



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 01 328 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 01 L 1/344**  
F 16 D 3/10

②1 Aktenzeichen: 101 01 328.0  
②2 Anmeldetag: 13. 1. 2001  
④3 Offenlegungstag: 20. 12. 2001

⑥6 Innere Priorität:

100 29 798. 6

16. 06. 2000

⑦1 Anmelder:

Dr.Ing.h.c. F. Porsche AG, 70435 Stuttgart, DE;  
Hydraulik-Ring GmbH, 09212 Limbach-Oberfrohna,  
DE

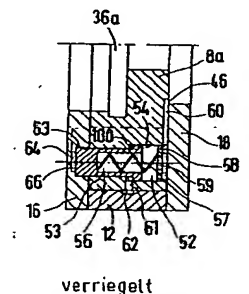
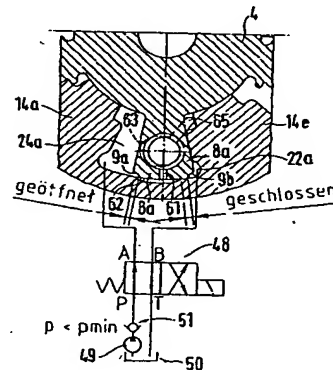
⑦2 Erfinder:

Sluka, Gerold, Dipl.-Ing., 72666 Neckartailfingen,  
DE; Palesch, Edwin, Dipl.-Ing., 73252 Lenningen, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤4 Vorrichtung zur relativen Drehwinkelverstellung einer Nockenwelle einer Brennkraftmaschine zu einem Antriebsrad

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur relativen Drehwinkelverstellung einer Nockenwelle einer Brennkraftmaschine zu einem Antriebsrad, mit einem drehfest mit der Nockenwelle (2) verbundenen Innenteil (4), das zumindest annähernd radial verlaufende Stege (8a bis 8a) oder Flügel aufweist, und mit einem angetriebenen Zellenrad (12), dass mehrere über den Umfang verteilte, durch Stege (14a bis 14e) begrenzte Zellen aufweist, die von den darin winklbeweglich geführten Stegen oder Flügeln des Innenteils in zwei Druckräume unterteilt sind, bei deren hydraulischer Druckbeaufschlagung bzw. Druckentlastung über Steuerleitungen die Nockenwelle über die Stege oder Flügel zwischen zwei Endstellungen relativ zum Zellenrad (12) verdrehbar ist, und mit mindestens einer zwischen Innenteil (4) und Zellenrad (12) wirkenden Verriegelungseinrichtung, die ein bewegliches Verriegelungselement (53) aufweist, dass mit mindestens einem Gegenelement im jeweils anderen der beiden Bauteile Zellenrad (12) oder Innenteil (4) zusammenwirkt, wodurch das Innenteil (4) gegenüber dem Zellenrad (12) in mindestens einer Endlage verriegelbar ist, wobei die Ver- bzw. Entriegelung des Verriegelungselementes (53) über mindestens einen zum Verriegelungselement (53) führenden Ölkanal (61, 61') erfolgt. Es wird vorgeschlagen, dass zwischen zwei Druckräumen (22a, 24a) im oder am Zellenrad (12) eine mit dem Ölkanal (61, 61') verbundene Öffnung (62, 62') angeordnet ist, deren Durchgang zu den beiden ...



DE 101 01 328 A 1

**BEST AVAILABLE COPY**

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur relativen Drehwinkelverstellung einer Nockenwelle einer Brennkraftmaschine zu einem Antriebsrad nach der Gattung des Hauptanspruchs.

[0002] Aus der DE 196 23 818 A1 ist eine gattungsgemäße Vorrichtung bekannt, bei der mit Hilfe eines im Rotor des Nockenwellenverstellers angeordneten Verriegelungselementes der Nockenwellenversteller in einer Endlage arretiert werden kann. Über zum Verriegelungselement führende Ölleitungen kann das Verriegelungselement aus seiner Verriegelungsposition in eine entriegelte Position überführt werden. Ist der Nockenwellenversteller entriegelt, können durch hydraulische Verstellung des Rotors relativ zum Antriebsrad der Nockenwelle die Steuerzeiten der Einlaß- bzw. Auslaßventile einer Nockenwelle in gewünschter Weise verändert werden. Aufgrund der auf der Nockenwelle angeordneten Nocken, die über entsprechende Nockenfolger, wie z. B. Tassenstößel, die Ein- bzw. Auslaßventile öffnen und schließen, werden auf den Rotor des Nockenwellenverstellers, da er drehfest mit der Nockenwelle verbunden ist, Wechselmomente (auflaufende - ablaufende Nocken) übertragen. Diese von der Nockenwelle verursachten Wechselmomente führen zu periodischen Drehlageänderungen des Rotors gegenüber dem Stator des Nockenwellenverstellers, die in bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine, insbesondere im Leerlaufbetrieb, zu einer unerwünschten Verstellung der Ein- bzw. Auslaßzeiten der Nockenwelle führen, wenn das Verriegelungselement bereits entriegelt ist. Weiterhin besteht beim Abschalten der Brennkraftmaschine die Gefahr, dass aufgrund eines weiterhin am Verriegelungselement anliegenden Öldruckes das Verriegelungselement des Nockenwellenverstellers nicht verriegelt werden kann.

[0003] Es ist demgegenüber die Aufgabe der Erfindung, eine gattungsgemäße Vorrichtung zur relativen Drehwinkelverstellung einer Nockenwelle zu ihrem Antriebsrad dahingehend zu verbessern, dass trotz bestimmter Betriebszustände, in denen die Verstelleinheit nicht mehr oder noch nicht aktiv ist, eine sichere und zuverlässige Verriegelung des Nockenwellenverstellers durch das oben angeführte Verriegelungselement erfolgt.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Hauptanspruchs gelöst.

[0005] Durch eine zwischen zwei Druckräumen eines Zellenrades angeordnete Öffnung, die mit einem zum Entriegeln des Verriegelungselementes im Rotor vorgesehenen Ölkanal verbunden ist und deren Querschnitt in Abhängigkeit von der Drehlageposition des Rotors gesteuert ist, kann einerseits das Verriegelungselement über den einen Druckraum entriegelt werden, während bei einer zweiten, insbesondere durch Wechselmomente der Nockenwelle verursachten Drehlageänderung des Rotors über den anderen Druckraum eine hydraulische Entlastung des Ölkanals erfolgt, so dass das Verriegelungselement wieder sicher in eine verriegelte Position überführbar ist. Auch beim Abschalten der Brennkraftmaschine wird mit Hilfe der Öffnung der zum Verriegelungselement führende Ölkanal hydraulisch entlastet, so dass sichergestellt ist, dass auch im Stillstand der Brennkraftmaschine das Verriegelungselement wieder arretiert ist.

[0006] Weiter Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der Beschreibung.

[0007] Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der nachfolgenden Beschreibung und Zeichnungen näher erläutert.

[0008] Es zeigen

[0009] Fig. 1 einen Längsschnitt durch die Verstelleinheit,

[0010] Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie II-II in Fig. 1,

[0011] Fig. 3 einen Schnitt entlang der Linie III-III in Fig. 1,

[0012] Fig. 4-Fig. 9 verschiedene Betriebszustände der Verstelleinheit in Verstellrichtung,

[0013] Fig. 10-Fig. 14 verschiedene Betriebszustände der Verstelleinheit in Rückstellrichtung,

[0014] Fig. 15-Fig. 20 verschiedene Betriebszustände der Verstelleinheit in Verstellrichtung nach einem zweiten Ausführungsbeispiel,

[0015] Fig. 21-Fig. 25 verschiedene Betriebszustände der Verstelleinheit in Rückstellrichtung nach einem zweiten Ausführungsbeispiel.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0016] In der Zeichnung ist mit 2 schematisch die Nockenwelle einer Brennkraftmaschine angedeutet, an deren freien Ende der Rotor, im folgenden als Innenteil 4 bezeichnet, einer Verstellvorrichtung 6 drehfest angeordnet ist. Das Innenteil 4 ist in diesem Ausführungsbeispiel mit fünf radial angeordneten Stegen 8a bis 8e versehen, die von einer Nabe 10 des Innenteils 4 ausgehen. Der Steg 8a weist an seinen Seitenflächen zwei Steuerkanten 9a und 9b auf, deren Funktion später noch näher erläutert wird. Das Innenteil 4 wird im Bereich seiner Stege 8a bis 8e von einem Zellenrad 12 umfasst, das mit fünf nach innen ragenden radialen Stegen 14a bis 14e versehen ist. Auf dem Aussenumfang des Zellenrades 12 ist das beispielsweise als Ketten- oder Zahnriemenrad ausgebildete Antriebsrad (nicht dargestellt) für den Antrieb der Nockenwelle 2 angeordnet. Das den Stator der Verstelleinheit 6 darstellende Zellenrad 12 wird auf seiner der Nockenwelle 2 zugewandten Stirnseite von einer Scheibe 16 abgeschlossen, die drehbeweglich und dichtend auf der Nabe 10 des Innenteils 4 geführt ist. Die gegenüberliegende Stirnseite des Zellenrades 12 wird ebenfalls von einer Scheibe 18 verschlossen, wobei die Scheiben 16 und 18 und das Zellenrad 12 über nicht dargestellte Schrauben fest miteinander verbunden sind. Die in den Stegen 14a bis 14e im Zellenrad 12 vorgesehenen Durchgangsbohrungen 20 dienen der Aufnahme bzw. Führung dieser Befestigungsschrauben. Durch die Stege 14a bis 14e des Zellenrades 12 werden fünf durch die Scheiben 16 und 18 in axialer Richtung begrenzte Zellen ausgebildet, die durch die Stege 8a bis 8e des Innenteils 4 in jeweils zwei Druckräume 22a bis 22e bzw. 24a bis 24e unterteilt sind. Das Innenteil 4 und das auf diesem drehbar geführte Zellenrad 12 sind durch eine Schraube 25 miteinander verbunden. Dazu weist die Nabe 10 eine mit einem Gewinde versehene zentrale Bohrung 26 auf.

[0017] Die Druckräume 22a bis 22e sind jeweils über eine radiale Bohrung 28a bis 28e in der Nabe 10 des Innenteils 4 mit einem Ringraum 30 verbunden, der sich zwischen der Befestigungsschraube 25 für die Verstelleinheit 6 und den Wandungsabschnitten der in der Nabe 10 vorgesehenen zentralen Bohrung 26 ausbildet, wobei der Ringraum 30 durch den Kopf 31 der Schraube 25 endseitig verschlossen ist.

[0018] Der Ringraum 30 ist über mehrere in der Nockenwelle 2 radial eingebrachte Bohrungen 32 mit einer am Außenumfang der Nockenwelle 2 angeordneten Ringnut 34 verbunden. Die Druckräume 24a bis 24e sind über radiale Bohrungen 36a bis 36e mit einer am Außenumfang der Nockenwelle 2 angeordneten Ringnut 38 verbunden, die über eine axial in der Nockenwelle 2 angeordnete Bohrung 40 zu einer weiteren, ebenfalls am Außenumfang der Nocken-

welle 2 ausgebildeten Ringnut 42 führt.

[0019] Die beiden Ringnuten 34 und 42 sind jeweils über ein als Drehdurchführung wirkendes Nockenwellenlager 44 mit einer Steuerleitung A und B verbunden. Die beiden Steuerleitungen A und B sind mit einem beispielsweise als 4/2-Proportionalregelventil ausgebildeten Steuerventil 48 verbunden. Dieses Steuerventil 48 ist darüber hinaus mit einer Druckmittelpumpe 49 und einem Öltank 50 verbunden. Unmittelbar hinter der Druckmittelpumpe 49 ist in der Druckleitung P ein Rückschlagventil 51 angeordnet. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Verstelleinheit 6 mit ihrer in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Endlageposition für die Verstellung einer Auslaßnockenwelle vorgesehen, wobei das Zellenrad 12 entgegen dem Uhrzeigersinn angetrieben ist, während das Innenteil 4 im Uhrzeigersinn in Richtung "spätes" Öffnen der Auslaßventile verstellt werden kann.

[0020] Zur Verriegelung des Innenteils 4 gegenüber dem Zellenrad 12 in einer gemäß der Fig. 1 bis 3 dargestellten Endlageposition der Verstelleinheit 6 ist im Steg 8a eine Bohrung 52 vorgesehen, in der ein Verriegelungselement, im folgenden als Verriegelungsstift 53 bezeichnet, angeordnet ist. Die Bohrung 52 ist dabei als Stufenbohrung ausgebildet, wobei in dem größeren Bohrungsabschnitt 54 der mit einer Ringschulter 55 versehene Teil des Verriegelungsstiftes 53 geführt ist. Der Verriegelungsstift 53 weist eine Bohrung 56 auf, in der eine Druckfeder 57 angeordnet ist, die zwischen dem Boden der Bohrung 56 und einer sich an der Scheibe 18 abstützenden und in dem Bohrungsabschnitt 54 angeordneten Kunststoffscheibe 58 eingespannt ist. Die Kunststoffscheibe 58 weist eine zentrale Öffnung 59 auf, die mit einem zum Tank 50 zurückführenden Kanal 60 verbunden ist, über den beim Verschieben des Verriegelungsstiftes 53 entgegen der Federkraft der Druckfeder 57 in der Bohrung 52 befindliches Leckageöl zum Tank 50 zurück geführt wird. Der Kanal 60 wird dabei durch eine im Steg 8a angeordnete Nut gebildet, die durch den Deckel 18 bis auf eine Öffnung 46 verschlossen ist.

[0021] Vom Bodenbereich des Bohrungsabschnittes 54 der Bohrung 52 führt eine radiale Durchgangsbohrung 61 zur Stirnseite des Steges 8a. Zwischen den beiden Stegen 14a und 14e ist auf der Innenseite des Zellenrades 12 eine als Öffnung ausgebildete Tasche 62 eingebracht, über die, wie später noch näher beschrieben, einer durch die Ringschulter 55, der Innenwandung der Bohrung 54 und der Außenwandung des Verriegelungsstiftes 53 gebildeten Ringkammer 100 Öl zugeführt wird. In der Scheibe 16 ist eine Langlochbohrung 63 eingebracht, in die der Verriegelungsstift 53 arretiert werden kann. Die Langlochbohrung 63 erstreckt sich in radialer Richtung, so dass bei einer geringfügig von der Endlage der Verstelleinheit 6 abweichenden Drehlageposition des Innenteils 4 bereits ein Verriegeln des Verriegelungsstiftes 53 möglich ist. In der Scheibe 16 ist hinter der Langlochbohrung 63 eine mit der Langlochbohrung 63 verbundene Sacklochbohrung 64 angeordnet, deren Durchmesser kleiner als der Durchmesser des Verriegelungsstiftes 53 ist. Zur Sacklochbohrung 64 führt ein mit dem Druckraum 22a verbundener Kanal 65, über den, wie später noch näher beschrieben, eine Stirnfläche 66 des Verriegelungsstiftes 53 in bestimmten Betriebszuständen mit Öldruck zur Entriegelung des Verriegelungsstiftes 53 beaufschlagt wird.

[0022] Im Folgenden wird anhand der Fig. 4 bis 14 ein kompletter Verstellvorgang der Verstelleinheit 6 beschrieben:

Fig. 4

[0023] Die Brennkraftmaschine befindet sich außer Be-

trieb, d. h. im Stillstand. Der Verriegelungsstift 53 befindet sich in verriegelter Position, d. h. er ist durch die Druckfeder 57 in der Bohrung 63 der Scheibe 16 verriegelt. Damit befindet sich die Verstelleinheit 6 in ihrer Endlageposition, die einer "frühen" Öffnungs- bzw. Schliesszeit der über Nocken und Nockenfolger betätigten Auslaßventile der Brennkraftmaschine entspricht. Während des Startvorgangs bis zum Erreichen der Leerlaufdrehzahl verbleibt der Motor-Öldruck, der zum Verstellen des Innenteils 4 gegenüber dem Zellenrad 12 der Verstelleinheit 6 genutzt wird, unterhalb des Entriegelungs-Minimaldrucks. Das Steuerventil 48 ist unbestromt, daher wird über die Steuerleitung A den Druckräumen 24a bis 24e Öl zugeführt. Bei dieser Drehwinkelposition des Innenteils 4 relativ zum Zellenrad 12 gibt die linke Steuerkante 9a des Steges 8a die Verbindung des Druckraumes 24a zur Tasche 62 frei, so dass über die Bohrung 61 der Ringkammer 100 Öl zugeführt werden kann, während die rechte Steuerkante 9b des Steges 8a die Verbindung vom Druckraum 22a zur Tasche 62 verschlossen hält.

Fig. 5

[0024] Als nächstes erreicht der Motor die Leerlaufdrehzahl. Das Steuerventil 48 bleibt weiterhin unbestromt in seiner Grundstellung. Die hydraulische Verbindung des Druckraumes 24a zur Ringkammer 100 ist weiterhin geöffnet, während der Steg 8a bzw. die rechte Steuerkante 9b den Druckraum 22a und die Tasche 62 weiterhin voneinander trennt. Der Motoröldruck erhöht sich und übersteigt den Entriegelungs-Minimaldruck, bei dem der Verriegelungsstift 53 über den in der Ringkammer 100 anliegenden Öldruck über seine Ringschulter 55 entgegen der Federkraft der Druckfeder 57 in die entriegelte Position überführt wird.

Fig. 6

[0025] Als nächster Schritt erreicht der Motor eine Verstelldrehzahl, bei der das Steuerventil 48 bestromt wird; damit erfolgt die Öldruckversorgung über die Steuerleitung B, die über die Ringnut 34, die radialen Bohrungen 32, den Ringraum 30 und die radialen Bohrungen 28a bis 28e die Druckräume 22a bis 22e mit Öl versorgt. Da der Durchgang vom Druckraum 24a über die Tasche 62 und die radiale Bohrung 61 zur Ringkammer 100 weiterhin geöffnet ist, jedoch die Druckölversorgung über die Steuerleitung A zur Ringkammer 100 nicht mehr erfolgt, fällt der in der Ringkammer 100 anliegende Öldruck ab. Der Verriegelungsstift 53 bleibt dennoch in seiner entriegelten Position, da gleichzeitig über die Steuerleitung B, den Kanal 65 Öl und die Sacklochbohrung 64 Öl der Stirnfläche 66 des Verriegelungsstiftes 53 zugeführt wird. Der vom Druckraum 22a über die Tasche 62 und die radiale Bohrung 61 führende hydraulische Durchgang ist weiterhin verschlossen. Das Innenteil 4 der Verstelleinheit 6 bewegt sich nunmehr um einen Schritt in Richtung Verstellposition, d. h. die Stege 8a bis 8e des Innenteils 4 heben sich von den Stegen 14a bis 14e des Zellenrades 12 ab.

[0026] Da sich in der Endlageposition die radialen Bohrungen 28b bis 28e noch in vollständiger Überdeckung mit den Stegen 14a bis 14d befinden (siehe Fig. 2), erfolgt die Druckbeaufschlagung auf den Rotor zu Verstellbeginn lediglich über den Druckraum 22a, der über die nur teilweise durch den Steg 14e abgedeckte radiale Bohrung 28a mit Drucköl beaufschlagt wird. Damit wird eine zu schnelle, unkontrollierte Anfangs-Verstellbewegung verhindert.

Fig. 7

[0027] Das Innenteil 4 bewegt sich um einen weiteren Schritt in Richtung Verstellposition, wodurch der Steg 8a eine Lage erreicht, bei der er mit seiner linken und seiner rechten Steuerkante 9a und 9b die Tasche 62 sowohl vom Druckraum 22a, als auch vom Druckraum 24a her verschließt, so dass in diesem Zustand weder Öl zur Ringkammer 100 noch zur Sacklochbohrung 64 gelangt. Dennoch verbleibt der Verriegelungsstift 53 in seiner entriegelten Position, da er hydraulisch eingespant ist und somit kein Öl über die Druckräume 22a und 24a entweichen kann.

Fig. 8

[0028] Die Motordrehzahl erhöht sich weiter, durch die Öldruckversorgung zu den Druckräumen 22a bis 22e wird das Innenteil 4 der Verstelleinheit 6 um einen weiteren Schritt in Richtung Verstellposition bewegt, wobei gleichzeitig der über den Druckraum 22a zur Stirnfläche 66 des Verriegelungsstiftes 53 zugeführte Druck aufrecht erhalten wird. Der Steg 8a nimmt in Bezug auf die Tasche 62 eine Position ein, bei der über die rechte Steuerkante 9b des Steges 8a der hydraulische Durchgang zur Ringkammer 100 über den Druckraum 22a freigegeben wird, so dass die entriegelte Position des Verriegelungsstiftes 53 beibehalten wird. Durch die linke Steuerkante 9a wird der hydraulische Durchgang vom Druckraum 24a zum Ringraum 100 verschlossen gehalten.

Fig. 9

[0029] Der Motor hat eine Verstellzahl erreicht, bei der mit dem Anliegen der Stege 8a bis 8e des Innenteils 4 an den Stegen 14a bis 14e des Zellenrades 12 der maximale Verstellweg erreicht ist.

Fig. 10

[0030] Die Motordrehzahl wird reduziert, das Steuerventil 48 wird nicht mehr bestromt, wodurch es wieder in seine Grundstellung übergeht und die Öldruckversorgung nunmehr wieder über die Steuerleitung A zu den Druckräumen 24a bis 24e erfolgt. Zwar ist der hydraulische Durchgang vom Druckraum 22a zur Tasche 62 offen, jedoch nicht der Übergang von der Tasche 62 zur im Steg 8a angeordneten radialen Bohrung 61, so dass der Öldruck in der Ringkammer 100 aufrecht erhalten wird und der Verriegelungsstift 53 in entriegelter Position verbleibt.

Fig. 11

[0031] Die Motordrehzahl und damit die Verstellzahl sinkt weiter ab, das Innenteil 4 der Verstelleinheit 6 bewegt sich aufgrund der Ölversorgung zu den Druckräumen 24a bis 24e weiter in Richtung Verriegelungsposition. Da nunmehr der hydraulische Durchgang vom Druckraum 22a zur Ringkammer 100 geöffnet ist, wird der Öldruck in der Ringkammer 100 über die Druckleitung B zum Tank 50 abgebaut. Da der Steg 8a eine Lageposition erreicht hat, bei der der Verriegelungsstift 53 mit der Langlochbohrung 63 in Überdeckung kommt, geht der Verriegelungsstift 53 in seine verriegelte Stellung über.

Fig. 12

[0032] Die Motordrehzahl sinkt weiter, das Steuerventil 48 bleibt weiterhin unbestromt in seiner Grundstellung und

das Innenteil 4 der Verstelleinheit 6 bewegt sich weiter in Richtung seiner ursprünglichen verriegelten Endlageposition. Der zur Ringkammer 100 führende Hydraulikkanal (Tasche 62, Bohrung 61) ist aufgrund der Lageposition des Stegs 8a sowohl vom Druckraum 22a als auch vom Druckraum 24a her verschlossen. Sowohl der zur Ringkammer 100 führende Hydraulikkanal als auch der zur Stirnfläche 66 des Verriegelungsstiftes 53 führende Kanal 65 sind hydraulisch entlastet. Damit verbleibt der Verriegelungsstift 53 in seiner eingenommenen Verriegelungsposition.

Fig. 13

[0033] Das Innenteil 4 der Verstelleinheit 6 und damit der mit dem Verriegelungsstift 53 versehene Steg 8a bewegt sich weiter in Richtung Endlageposition, wobei über die linke Steuerkante 9a der zur Ringkammer 100 führende Hydraulikkanal durch das Öffnen der Verbindung zwischen Druckraum 24a und Tasche 62 freigegeben wird. Damit wird in der Ringkammer 100 Öldruck aufgebaut, so dass der Verriegelungsstift 53 wieder in die entriegelte Position überführt wird.

[0034] Dadurch, dass unmittelbar vor dem Erreichen der Endlageposition die radialen Bohrungen 28b bis 28e wieder in vollständiger Überdeckung mit den Stegen 14a bis 14d des Zellenrades 12 gebracht werden (siehe Fig. 2), wird eine Endlagendämpfung des Rotors erreicht.

Fig. 14

[0035] Das Innenteil 4 der Verstelleinheit 6 hat seine Endlage erreicht, d. h. die Stege 8a bis 8e des Innenteils 4 liegen wieder an den Stegen 14a bis 14e des Zellenrades 12 an. Der hydraulische Durchgang vom Druckraum 24a zur Ringkammer 100 ist weiterhin geöffnet, während die hydraulische Verbindung vom Druckraum 22a zur Ringkammer 100 geschlossen ist. Sinkt der Motoröldruck, z. B. beim Abstellen des Motors, unterhalb des Entriegelungsöldrucks ab, wird aufgrund der Federkraft der Druckfeder 57 der Verriegelungsstift 53 wieder sicher in seine verriegelte Stellung überführt. Damit ist sichergestellt, dass bei einem Neustart der Brennkraftmaschine von einem Zustand ausgegangen wird, bei der sich der Verriegelungsstift 53 in seiner verriegelten Position befindet.

[0036] Das vorbeschriebene Verstell- bzw. Verriegelungsverfahren findet darüber hinaus insbesondere in folgenden Betriebszuständen seine Anwendung:

#### Leerlaufbetrieb der Brennkraftmaschine

[0037] Im Leerlauf des Motors sinkt mit zunehmender Öltemperatur der Motoröldruck aufgrund höherer Leckageverluste und einem höheren Druckabfall im System ab. Damit reicht der in den Druckräumen 24a anliegende Öldruck nicht mehr aus, dem Grunddrehmoment der Nockenwelle sowie den durch die ablaufenden bzw. auflaufenden Nocken erzeugten Wechsellmomente entgegenzuwirken. Bei laufendem Motor mit Leerlaufdrehzahl wird, wie eingangs beschrieben, über die Steuerleitung A dem Druckraum 24a und damit der Ringkammer 100 Öl zugeführt. Da der Motoröldruck grösser ist als der Entriegelungs-Minimaldruck wird der Verriegelungsstift 53 entsprechend Fig. 5 in seine entriegelte Position überführt. Aufgrund der vorbeschriebenen Effekte kann sich das Innenteil 4 der Verstelleinheit 6 in Verstellrichtung bewegen, obwohl zu diesem Zeitpunkt die Druckräume 22a nicht mit Öl versorgt sind. Das Innenteil 4 der Verstelleinheit 6 kann sich jedoch nur bis zu einer in Fig. 8 dargestellten Position bewegen, die ungefähr 1 bis 1,5°

Verstellwinkel entspricht. Dann ist nämlich die Öldruckzufuhr über den Druckraum 24a zur Ringkammer 100 geschlossen, während der in der Ringkammer 100 anliegende Öldruck über den Druckraum 22a und die Steuerleitung B abgebaut wird. Da sich in dieser Position der Verriegelungsstift 53 noch in Überdeckung mit der Langlochbohrung 63 befindet, wird die Verstelleinheit 6 wieder arretiert und das Innenteil 4 bewegt sich wieder in seine Endlageposition zurück. Damit ist sichergestellt, dass trotz der Wechselmomente der Nockenwelle das Innenteil 4 der Verstelleinheit 6 sich nicht unkontrolliert in eine unerwünschte Verstellposition bewegt.

#### Abstellen der Brennkraftmaschine

[0038] Wird der Motor abgestellt, wird durch das ablaufende Moment der Nocken das Innenteil 4 in Verstellrichtung bewegt bzw. gedrückt. Das Steuerventil 48 befindet sich unbestromt in seiner Grundstellung. Durch die Bewegung des Innenteils 4 in Verstellrichtung wird im Druckraum 24a zusätzlich Öldruck aufgebaut; der Druckraum 24a kann jedoch aufgrund des in der Druckleitung P angeordneten Rückschlagventils 51 hydraulisch nicht entlastet werden. Erreicht jedoch das Innenteil 4 bzw. der Steg 8a wieder seine in Fig. 8 dargestellte Position, wird analog zum beschriebenen Leerlaufbetrieb die Ringkammer 100 hydraulisch entlastet und der Verriegelungsstift 53 in der Langlochbohrung 63 verriegelt, so dass bei einem Neustart des Motors sichergestellt ist, dass sich die Verstelleinheit 6 in ihrer verriegelten Endlageposition befindet.

[0039] Ein in den Fig. 15 bis 25 dargestelltes zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung unterscheidet sich lediglich hinsichtlich seiner konstruktiven Ausführung, wobei für die gleichen Bauteile die Bezugszeichen beibehalten sind. Gegenüber der ersten Ausführungsform ist die Öffnung, deren Durchgang zu den Druckräumen 22a und 24a in Abhängigkeit von der Verstellposition des Innenteils 4 gesteuert ist, als eine in der Scheibe 16 angeordnete, endseitig verschlossene Langlochbohrung 62' ausgebildet. Die Langlochbohrung 62' ist wiederum mit einer im Steg 8a radial angeordneten Bohrung 61' verbunden, die zur Ringkammer 100 geführt ist. Analog zum ersten Ausführungsbeispiel wird der hydraulische Durchfluss vom Druckraum 24a bzw. 22a über die Langlochbohrung 62' und die Bohrung 61' zur Ringkammer 100 in Abhängigkeit von der Drehlage des Innenteils 4 gesteuert. Dabei fungieren die Seitenflächen des Steges 8a wiederum als Steuerkanten 9a' und 9b'. Die in den Fig. 15 bis 25 dargestellten Verriegelungs- und Verstellzustände entsprechen dabei den in den Fig. 4 bis 14 dargestellten Zuständen nach dem ersten Ausführungsbeispiel, wobei auf die Beschreibung für das erste Ausführungsbeispiel ausdrücklich Bezug genommen wird.

[0040] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist ebenso für die Verstellung einer Einlaßnockenwelle geeignet, darüber hinaus kann die Öffnung 62 bzw. 62' auch an anderen Stellen des Stators der Verstelleinheit 6 angeordnet sein.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur relativen Drehwinkelverstellung einer Nockenwelle einer Brennkraftmaschine zu einem Antriebsrad, mit einem drehfest mit der Nockenwelle verbundenen Innenteil (4), das zumindest annähernd radial verlaufende Stege (8a bis 8a) oder Flügel aufweist, und mit einem angetriebenen Zellenrad (12), dass mehrere über den Umfang verteilte, durch Stege (14a bis 14e) begrenzte Zellen aufweist, die von den darin winkelbeweglich geführten Stegen oder Flügeln

des Innenteils in zwei Druckräume unterteilt sind, bei deren hydraulischer Druckbeaufschlagung bzw. Druckentlastung über Steuerleitungen die Nockenwelle über die Stege oder Flügel zwischen zwei Endstellungen relativ zum Zellenrad (12) verdrehbar ist, und mit mindestens einer zwischen Innenteil (4) und Zellenrad (12) wirksamen Verriegelungseinrichtung, die ein bewegliches Verriegelungselement (53) aufweist, dass mit mindestens einem Gegenelement im jeweils anderen der beiden Bauteile Zellenrad (12) oder Innenteil (4) zusammenwirkt, wodurch das Innenteil (4) gegenüber dem Zellenrad (12) in mindestens einer Endlage verriegelbar ist, wobei die Ver- bzw. Entriegelung des Verriegelungselementes (53) über mindestens einen zum Verriegelungselement (53) führenden Ölkanal (61, 61') erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen zwei Druckräumen (22a, 24a) im oder am Zellenrad (12) eine mit dem Ölkanal (61, 61') verbundene Öffnung (62, 62') angeordnet ist, deren Durchgang zu den beiden Druckräumen (22a, 24a) in Abhängigkeit von der Verstellposition des Innenteils (4) gesteuert ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnung (62, 62') in Abhängigkeit von der Verstellposition durch einen Steg (8a) des Innenteils (4) teilweise oder vollständig überdeckt ist, wobei in dem Steg (8a) eine Bohrung (52) zur Aufnahme eines Verriegelungsstiftes (53) angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnung (62) auf einer Innenseite des Zellenrades (12) angeordnet ist und dass eine Ölbohrung (61) auf der Stirnseite des Steges (8a) vorgesehen ist, die in Abhängigkeit von der Drehlage des Innenteils (4) mit der Öffnung (62) kommuniziert.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Bohrung (61) zu einer Ringkammer (100) führt, über die der Verriegelungsstift (53) entriegelt werden kann.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnung (62') in einem Deckel (16) angeordnet ist, der eine Seite des Zellenrades (12) verschließt und dass eine im Fußbereich des Steges (8a) angeordnete Ölbohrung (61') vorgesehen ist, die in Abhängigkeit von der Drehlage des Innenteils (4) mit der Öffnung (62') kommuniziert.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Bohrung (61') zu einer Ringkammer (100) führt, über die der Verriegelungsstift (53) entriegelt werden kann.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ölversorgung zur Ringkammer (100) über den Druckraum (24a) oder den Druckraum (22a) erfolgt.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einer das Zellenrad (12) verschließenden Scheibe (16) eine Langlochbohrung (63) angeordnet ist, in der der Verriegelungsstift (53) in seiner Arretierposition Aufnahme findet.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass zur Langlochbohrung (63) ein Ölkanal (65) führt, so dass der Verriegelungsstift (53) von seiner Stirnfläche (66) aus entriegelt werden kann.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Stirnfläche (66) des Verriegelungsstiftes (53) über eine Steuerleitung B, den Druckraum (22a) und den Kanal (65) mit Öldruck beaufschlagt

wird.

Hierzu 24 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

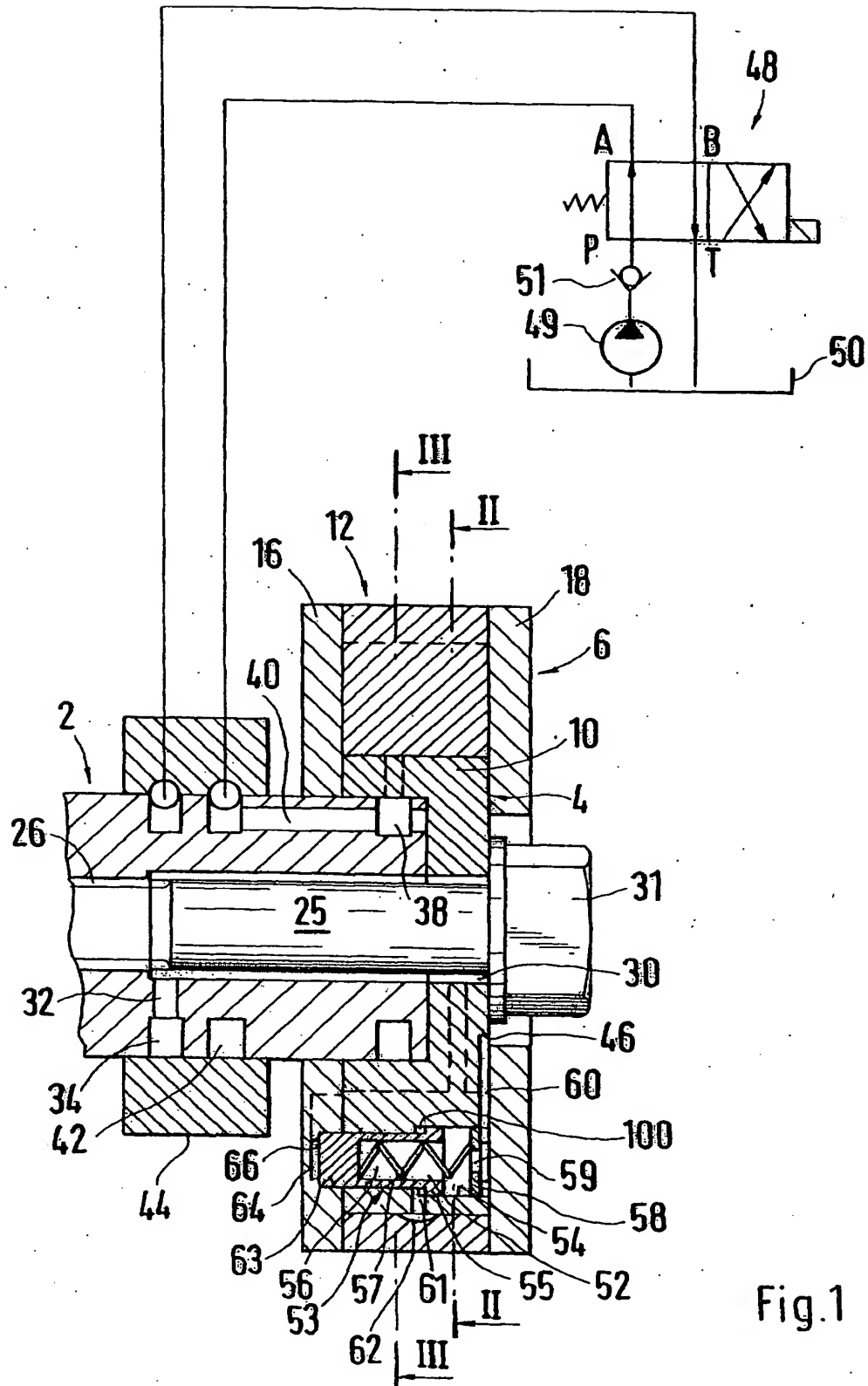
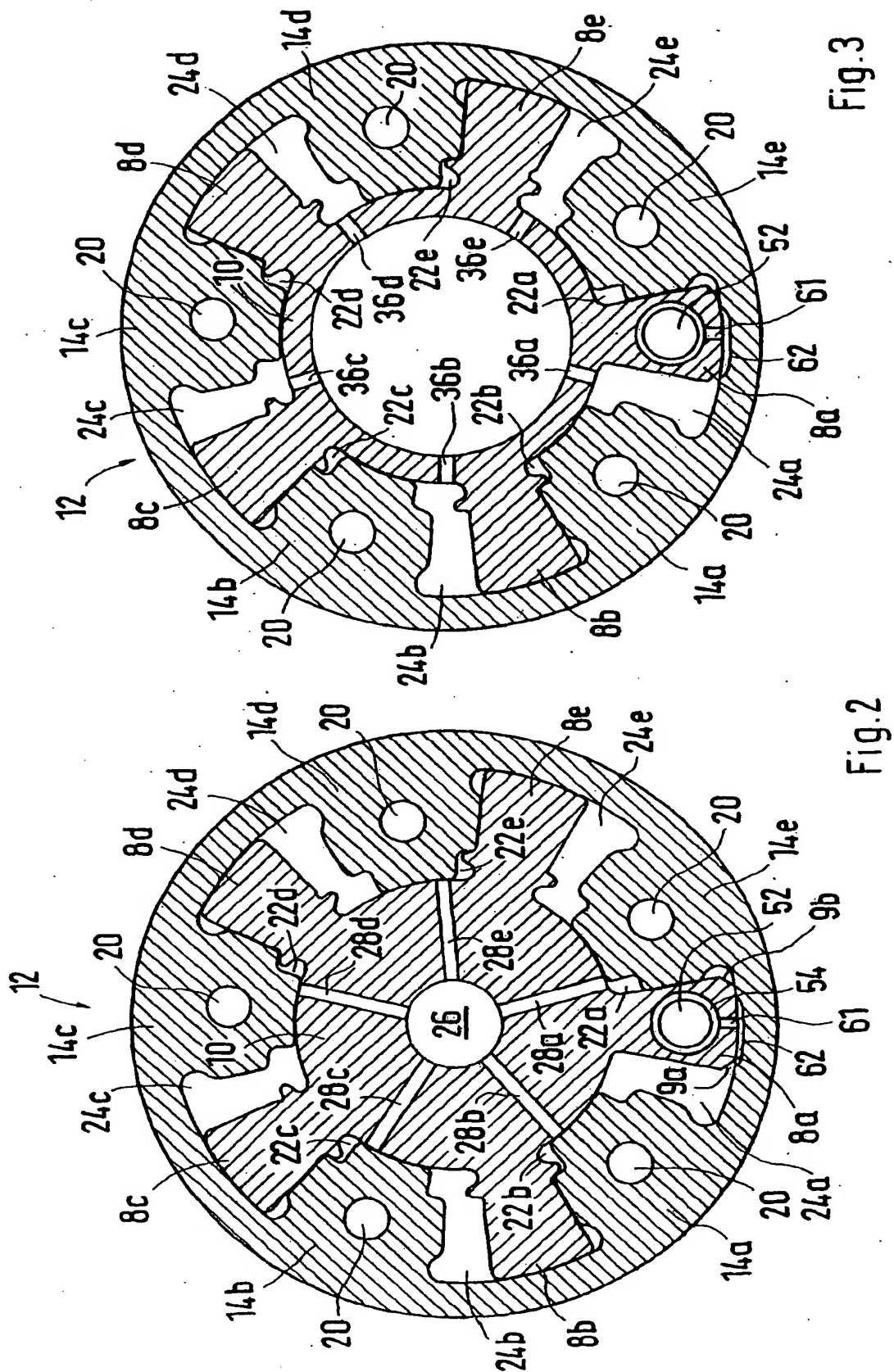
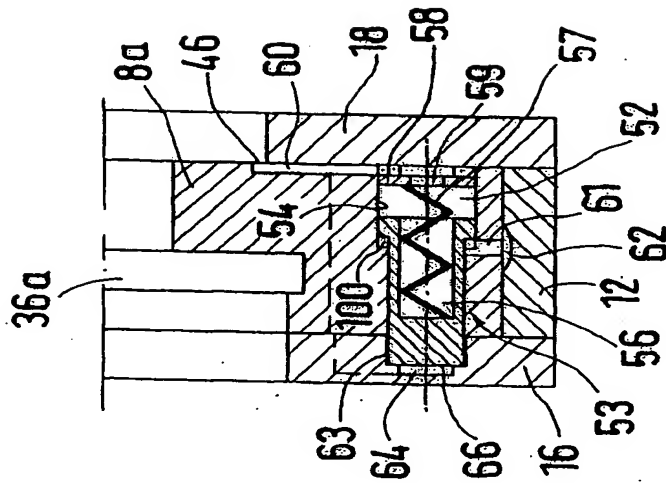


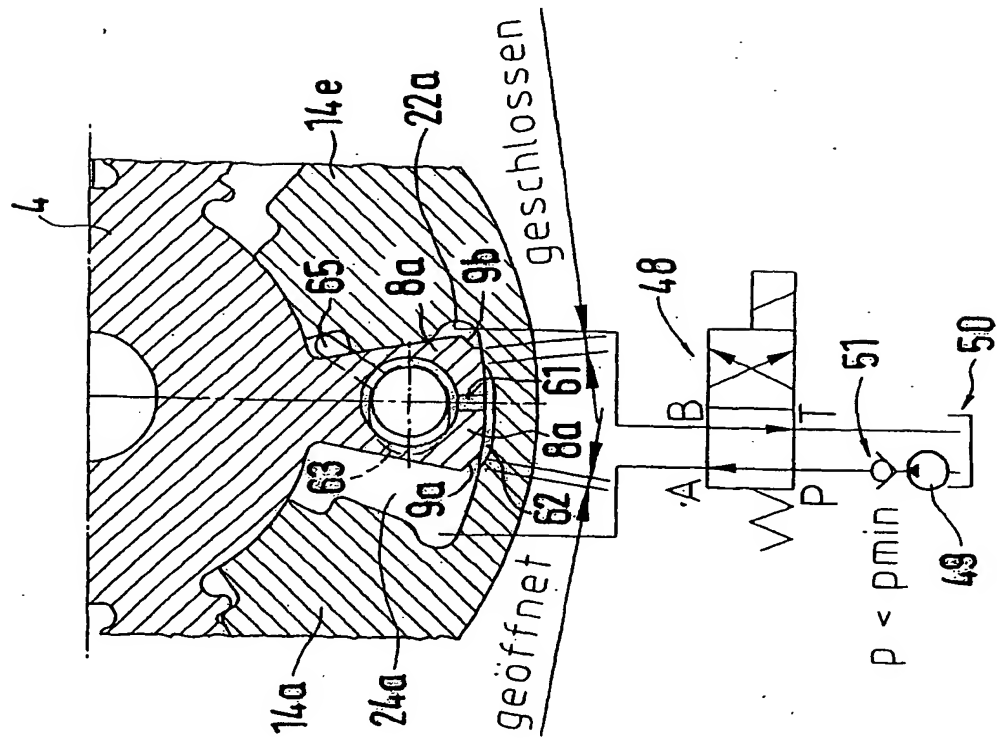
Fig.1





verriegelt

Fig. 4



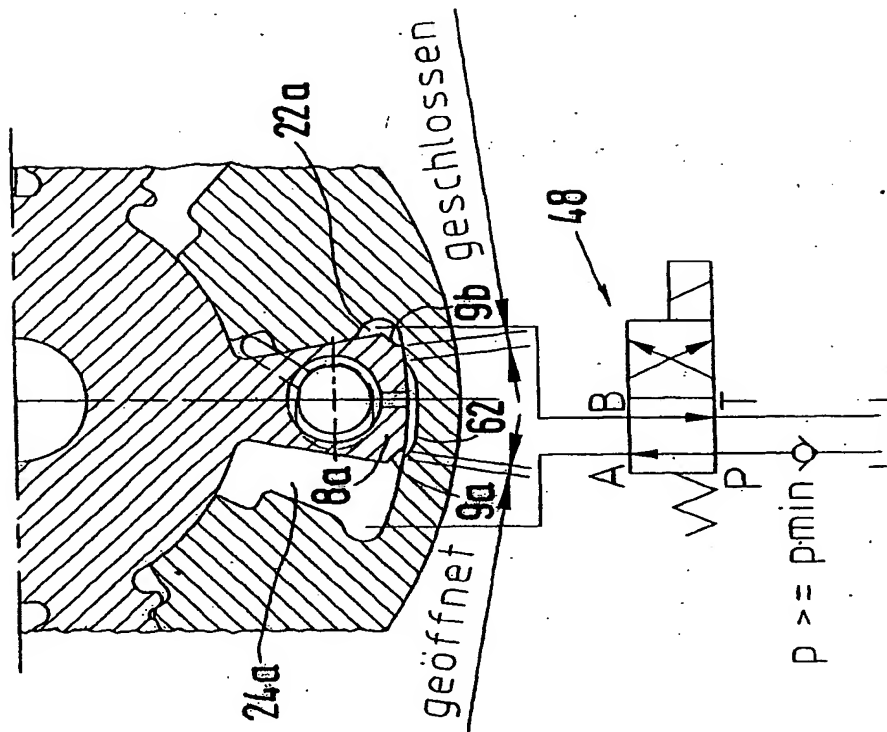
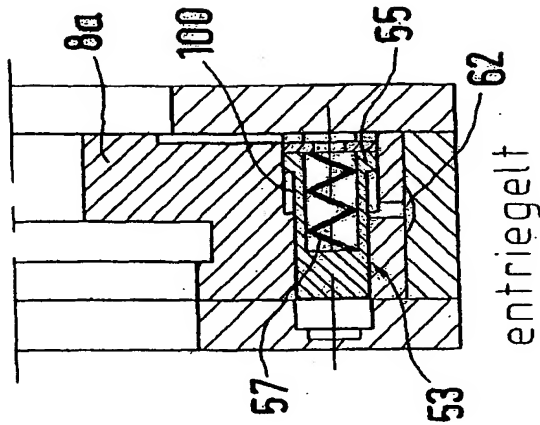


Fig.5

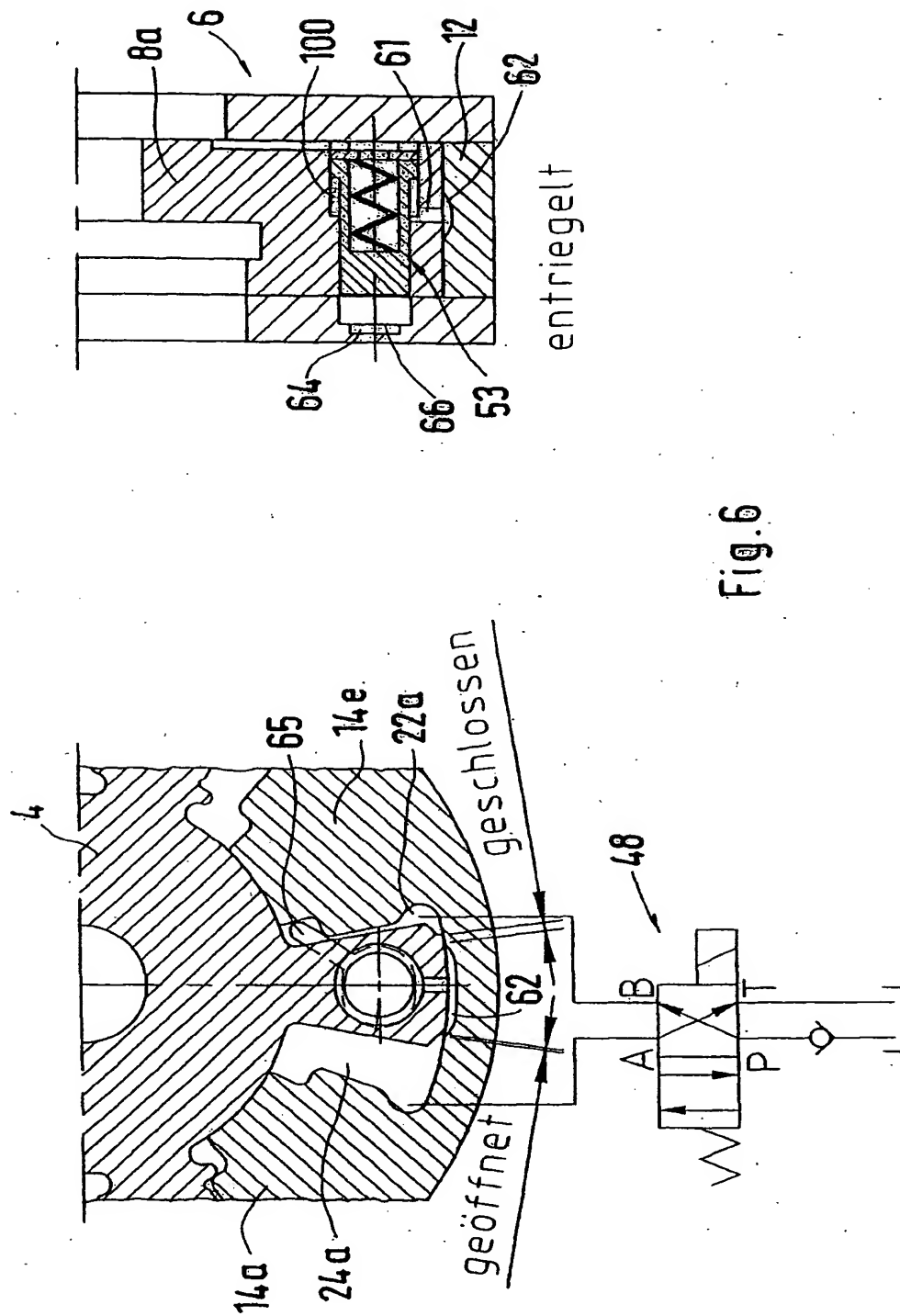


Fig. 6

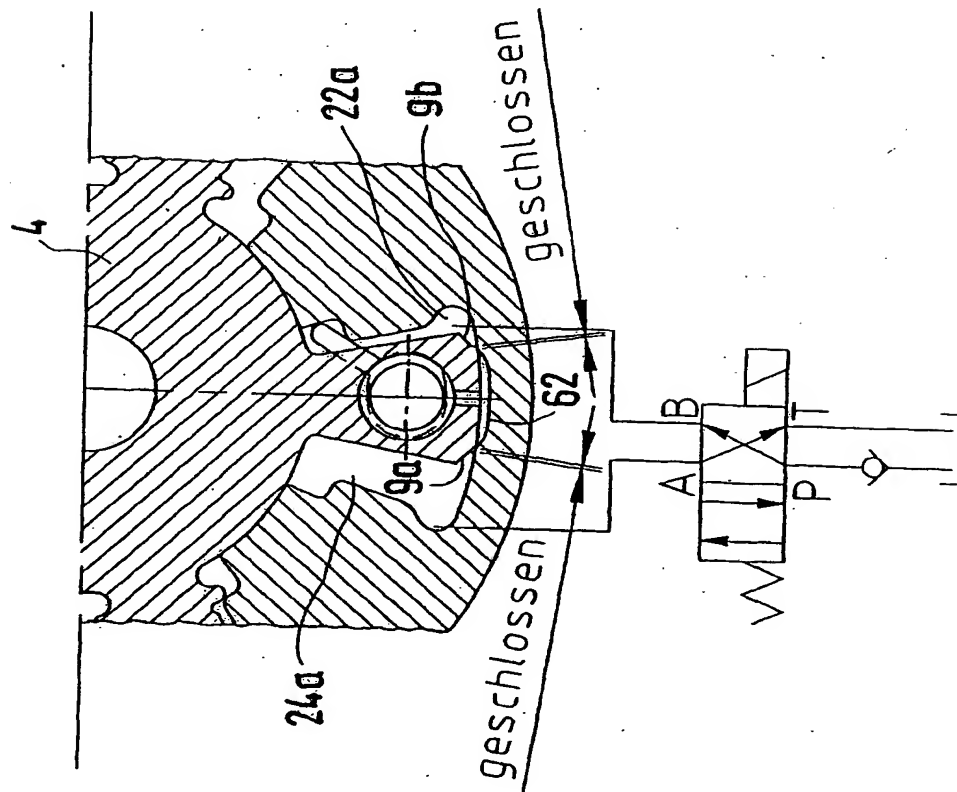
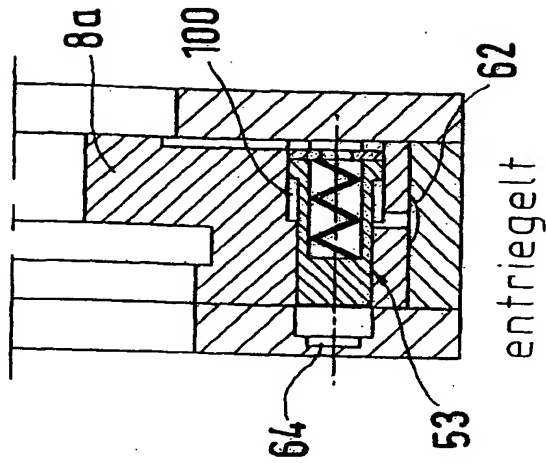


Fig. 7



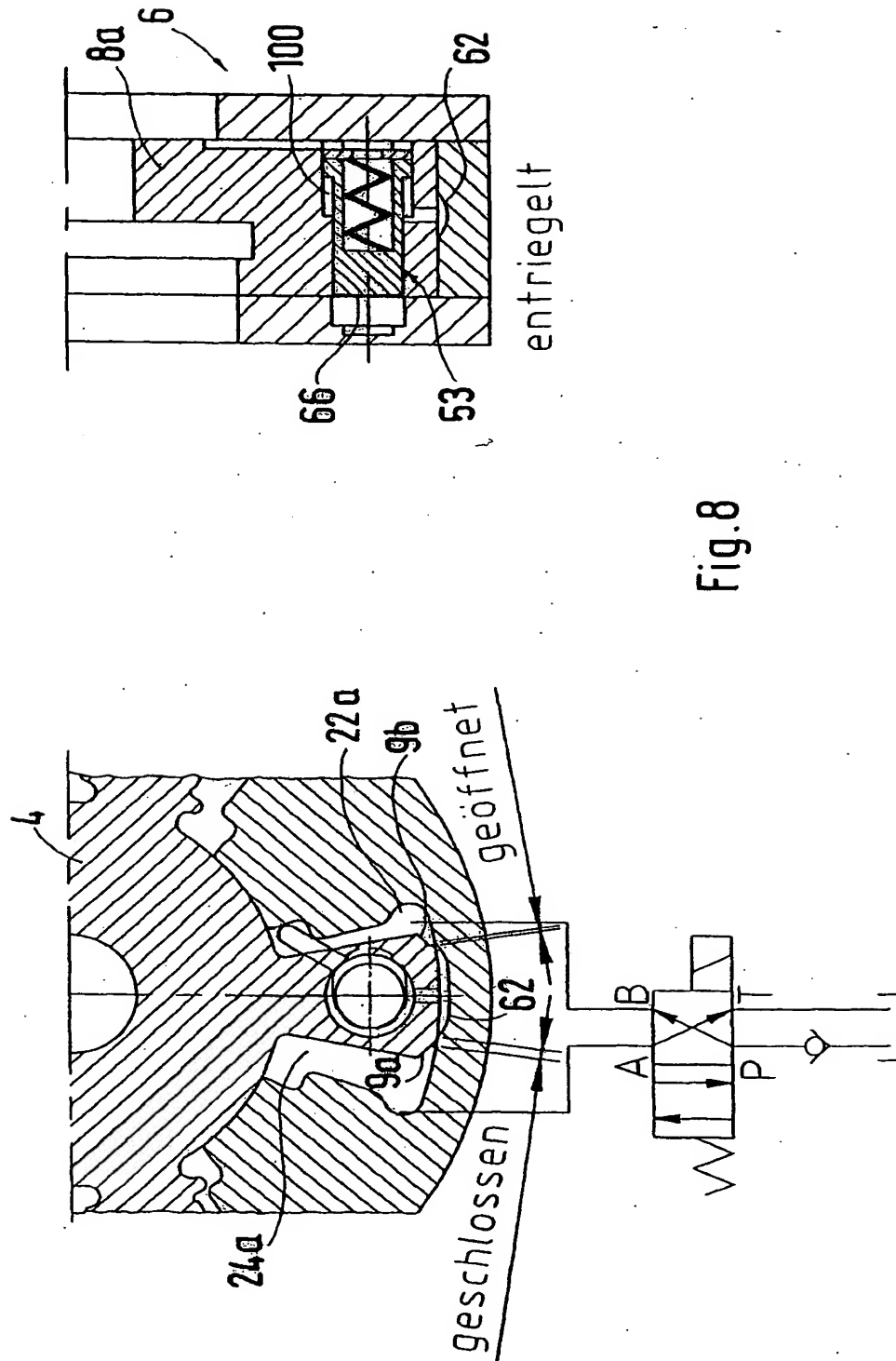
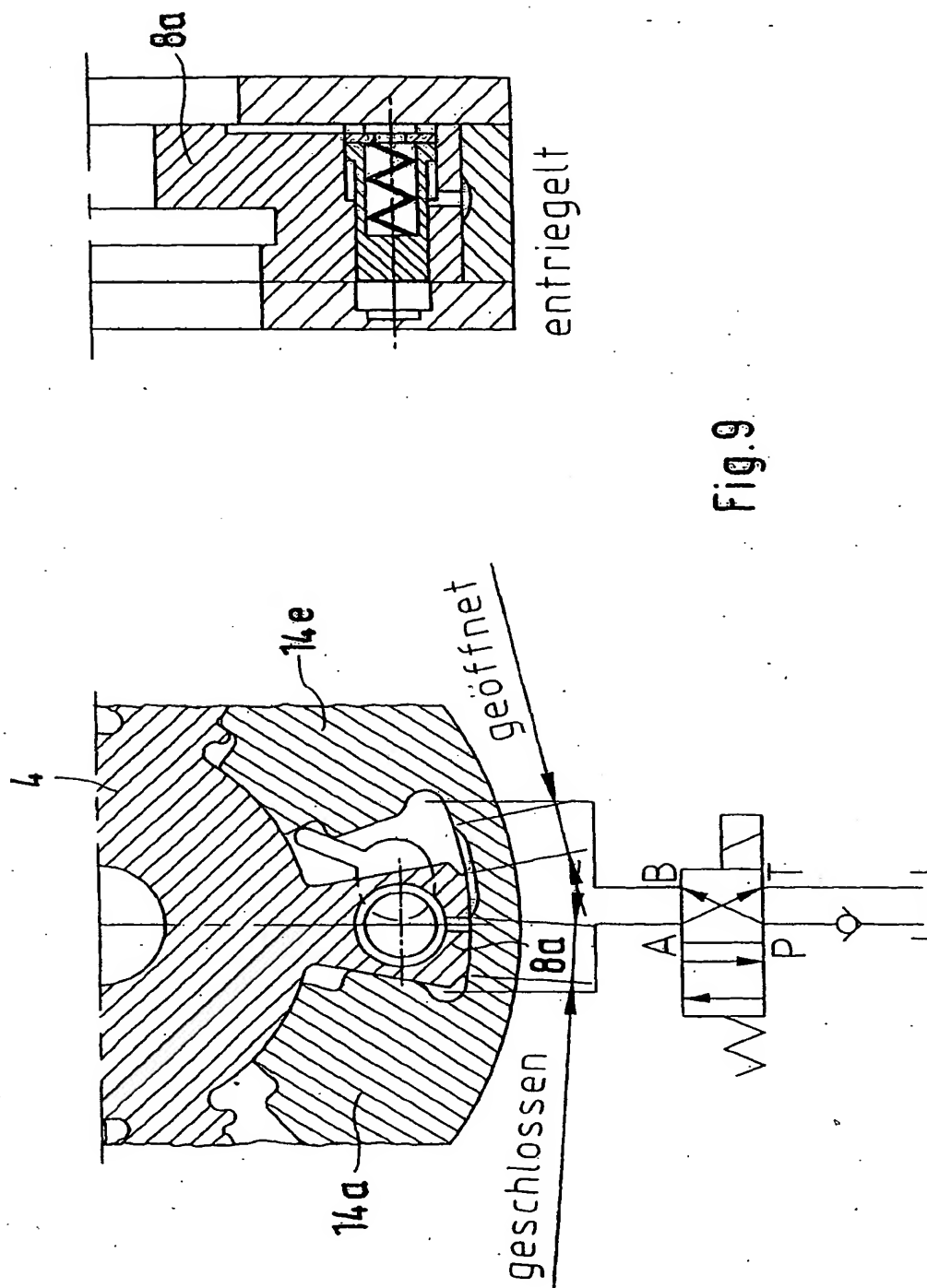


Fig.8



١٠٠

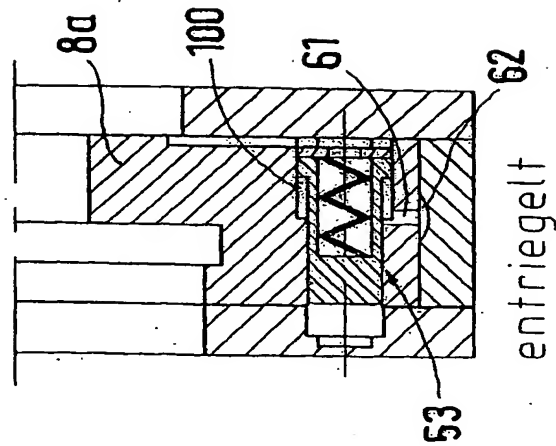
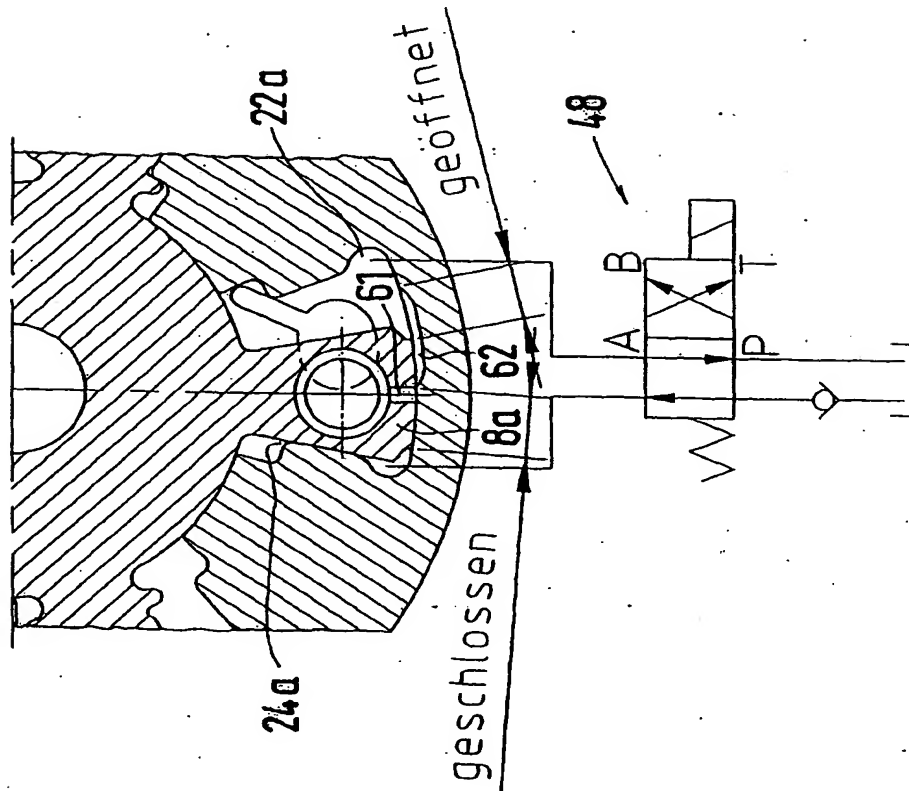
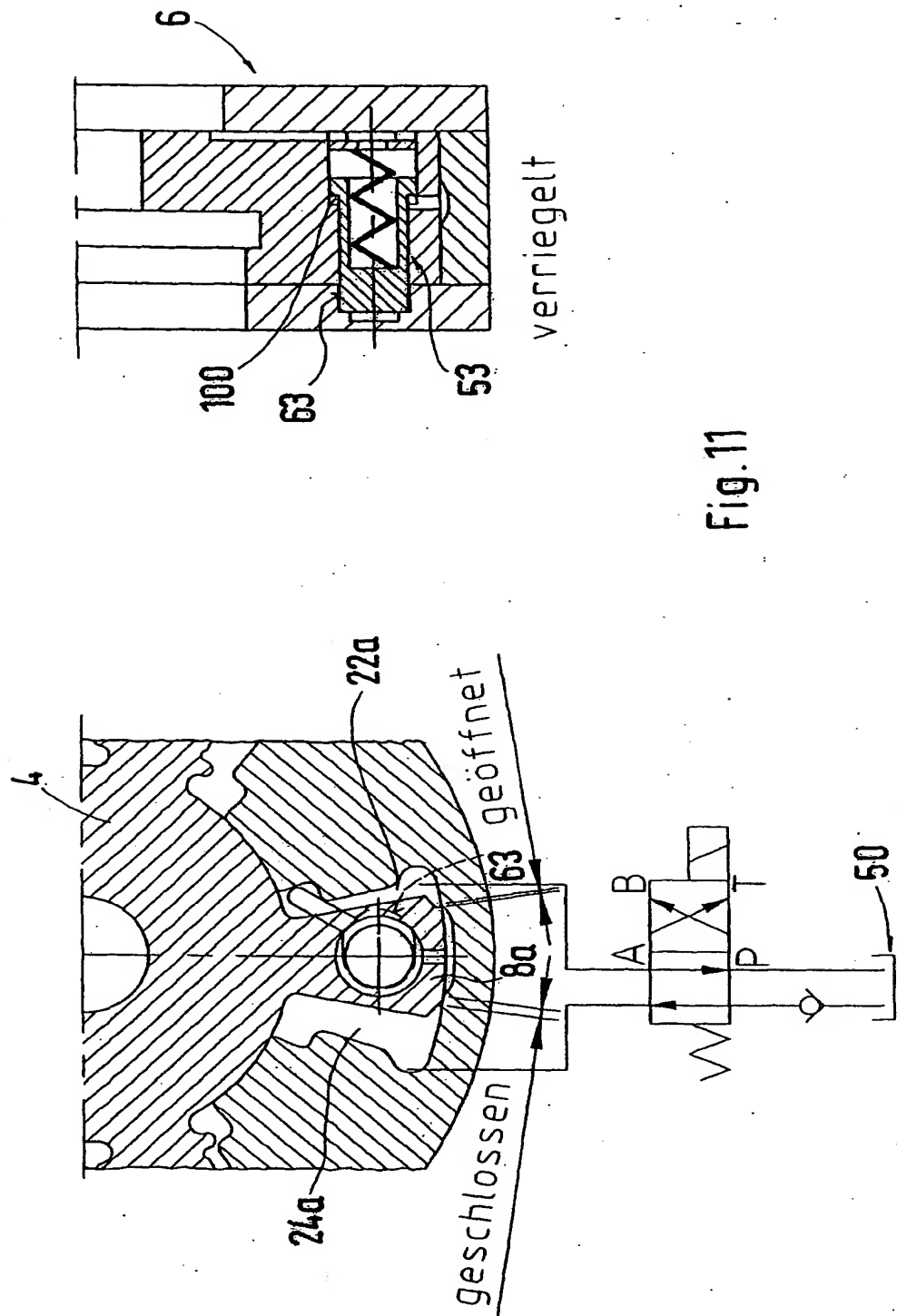


Fig. 10





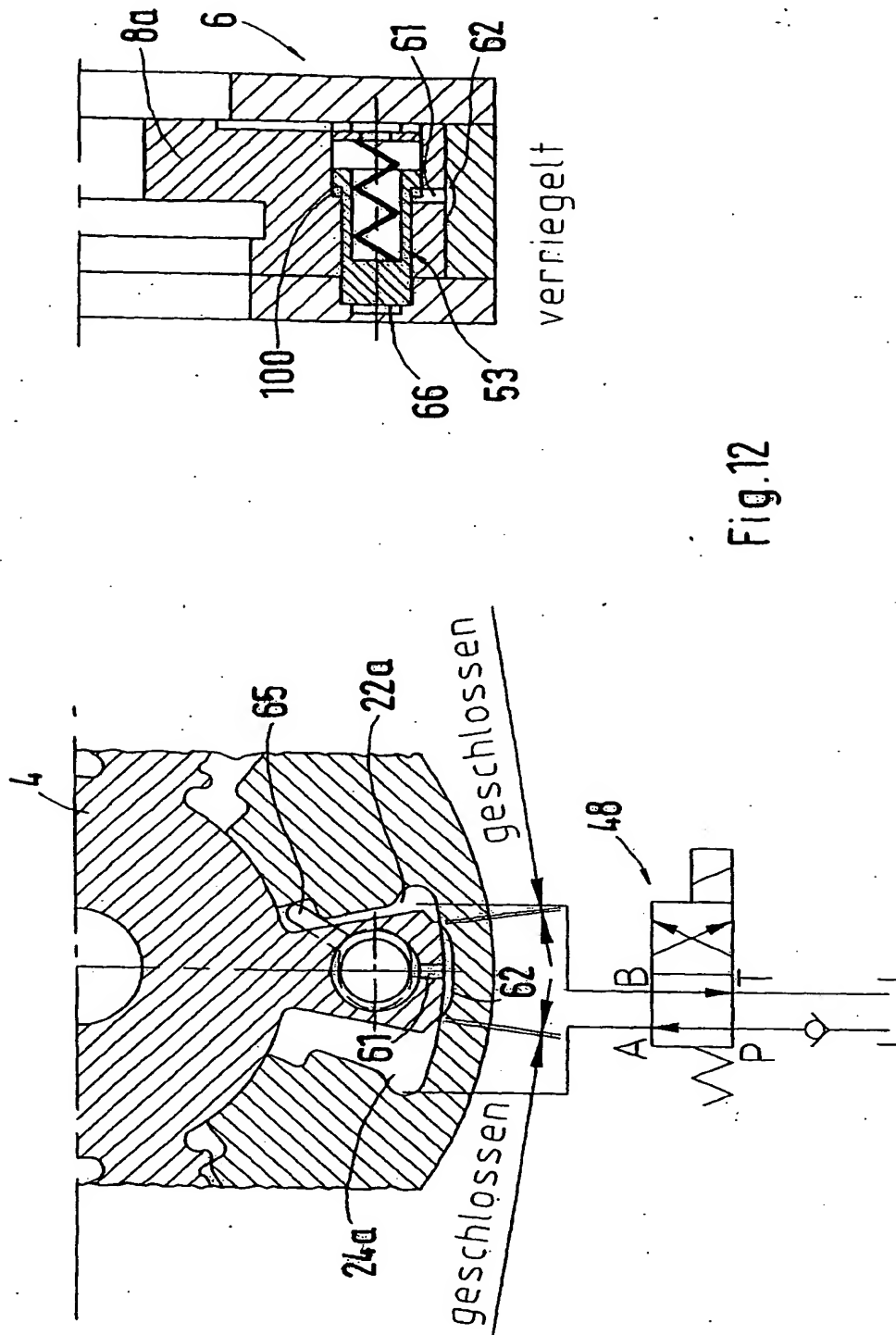


Fig. 12

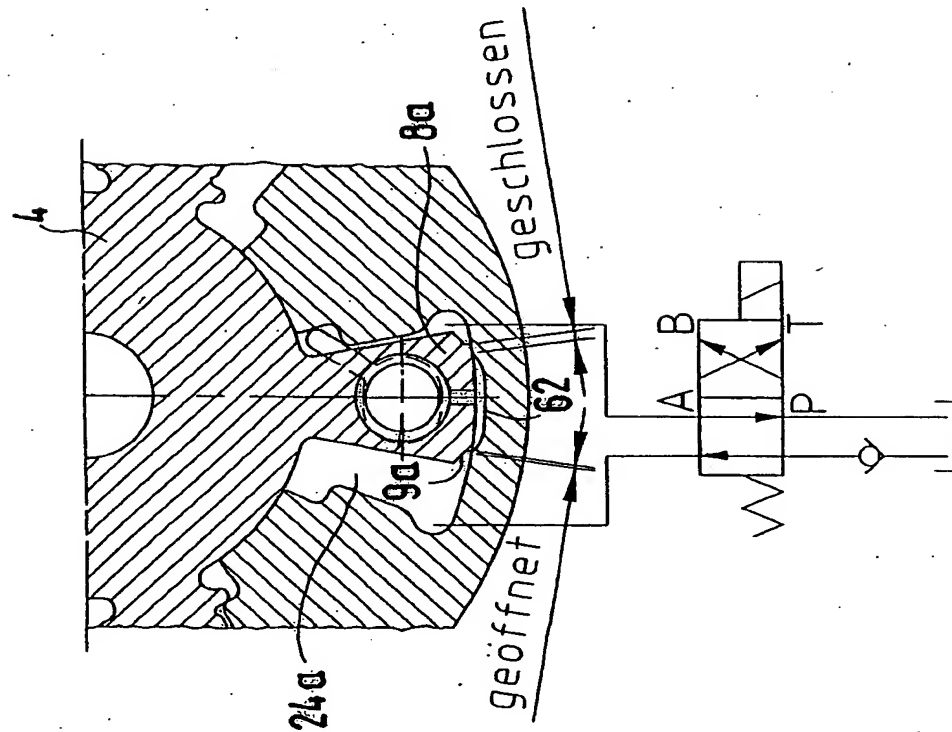
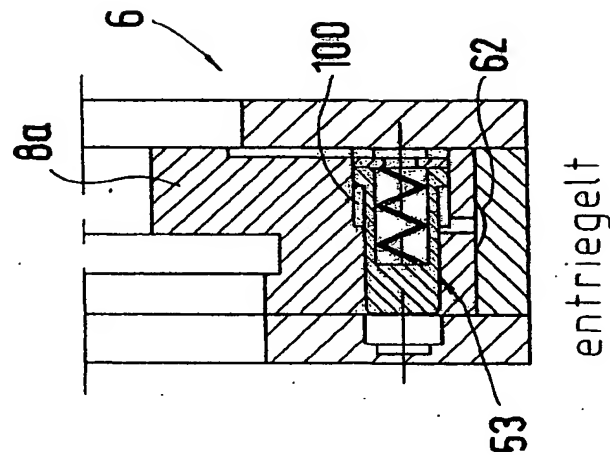
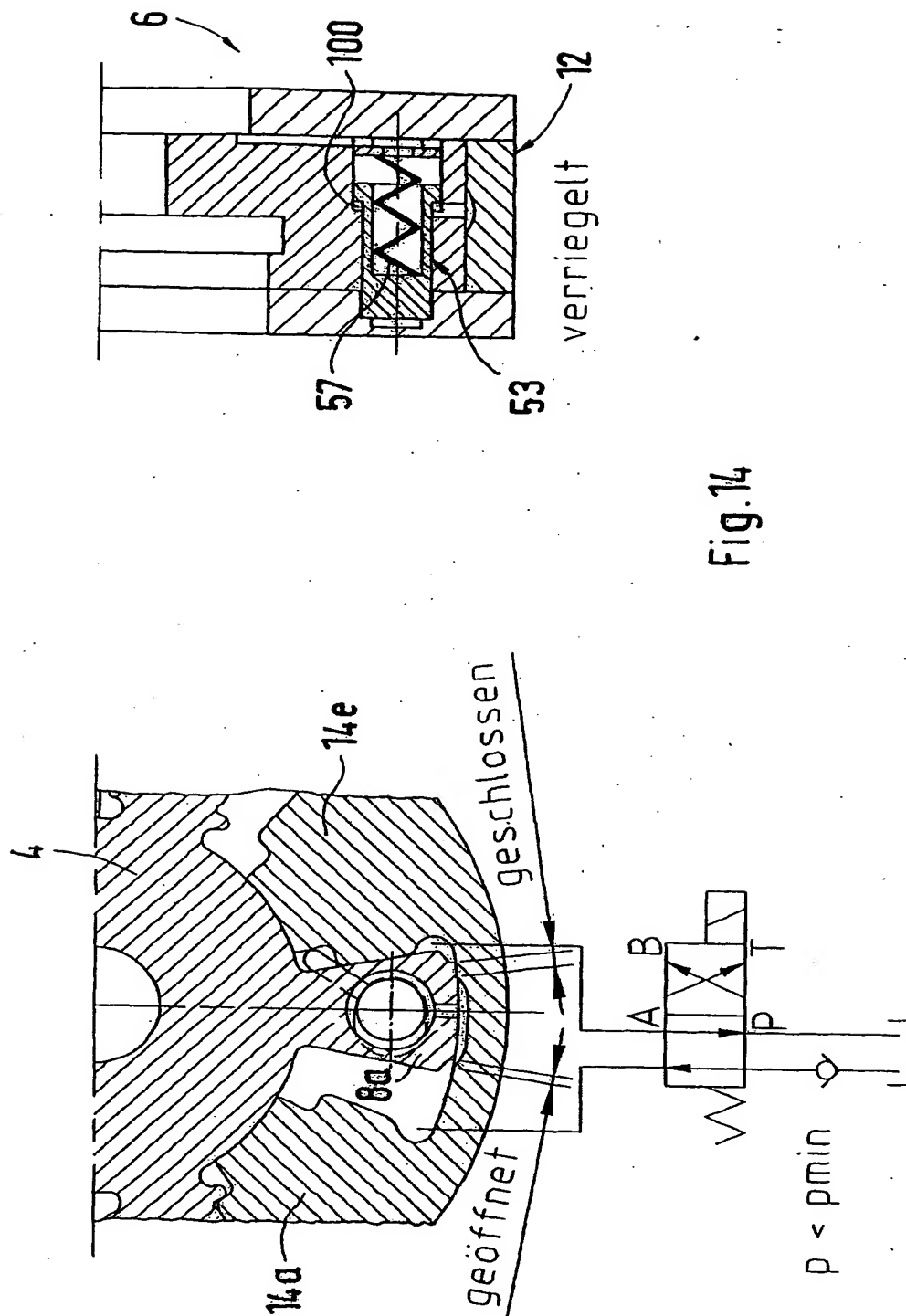


Fig. 13



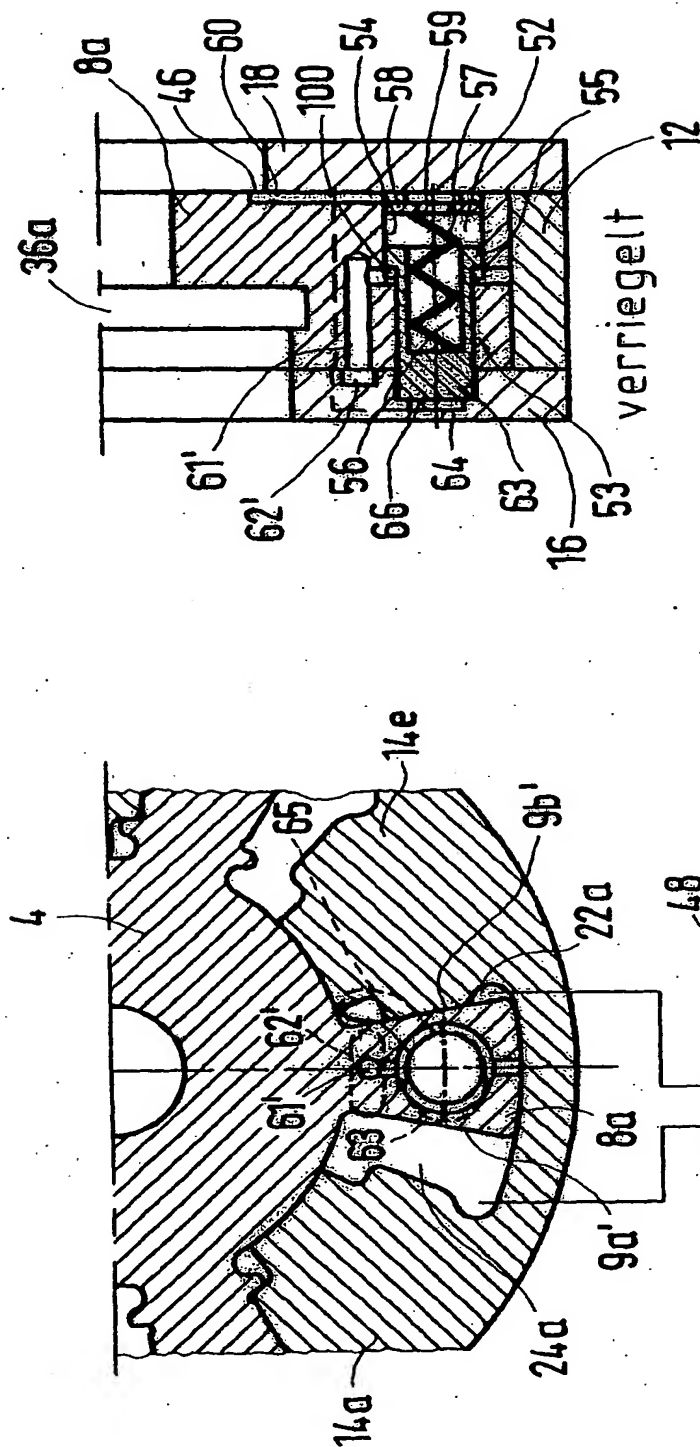
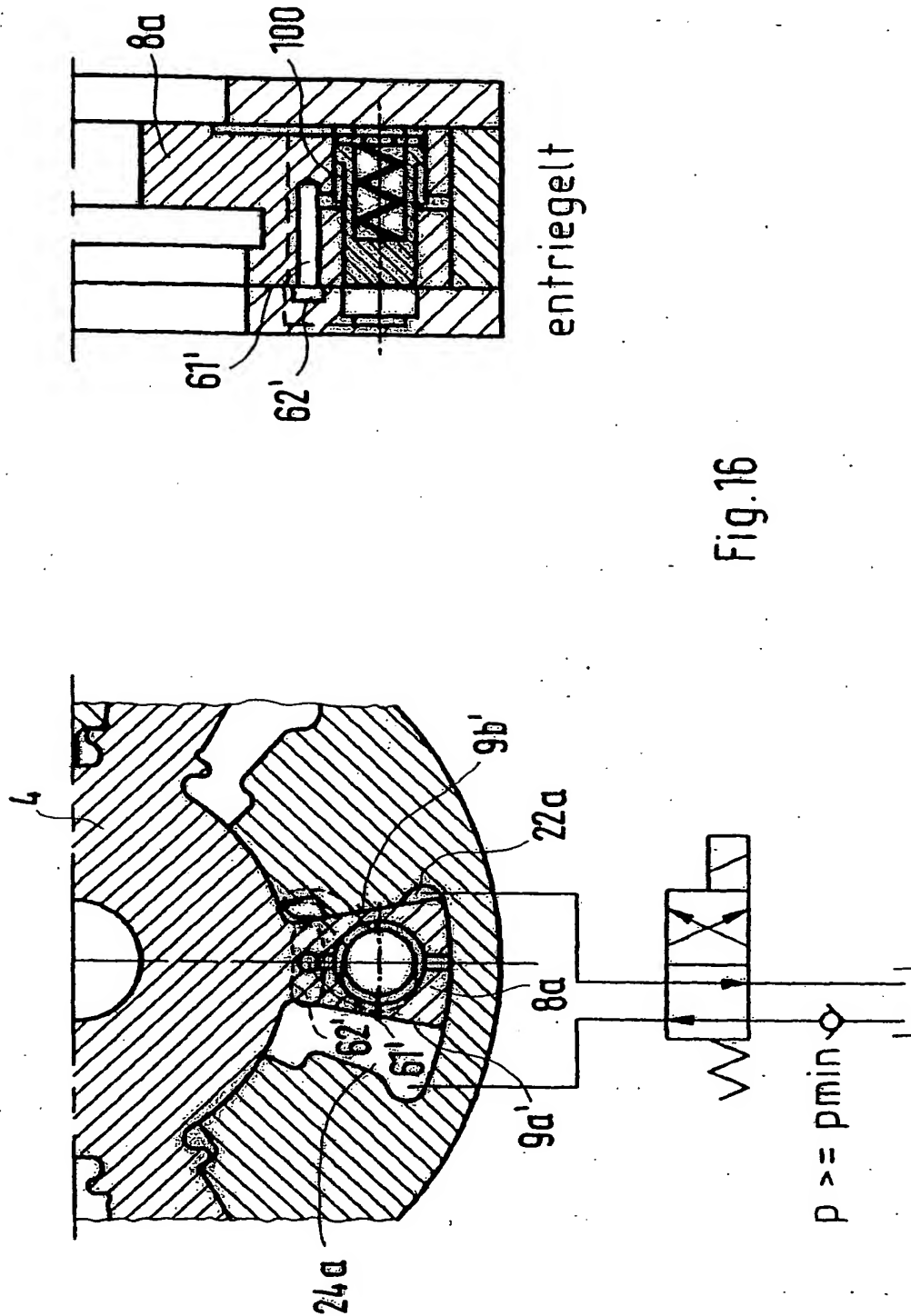
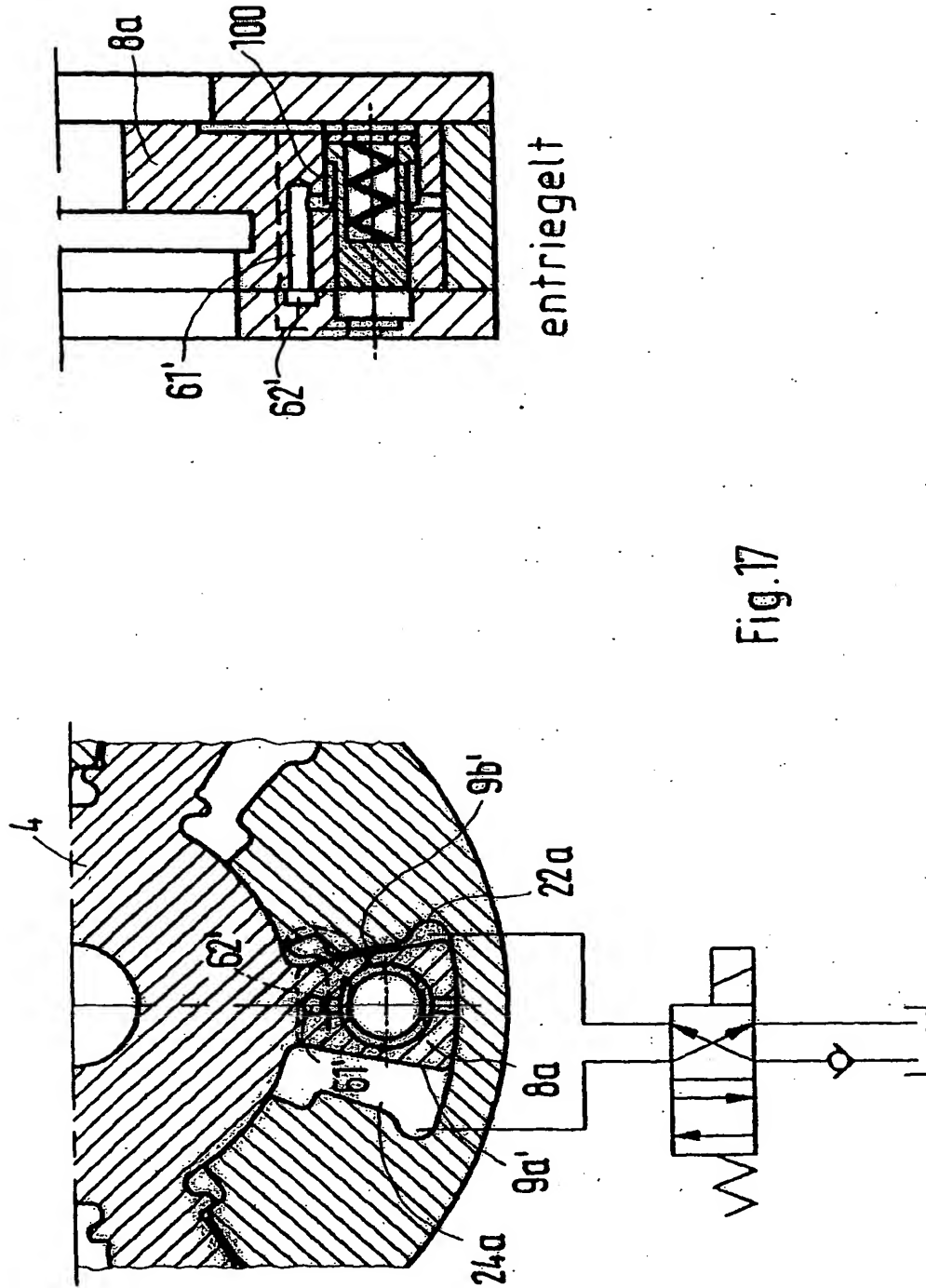


Fig. 15





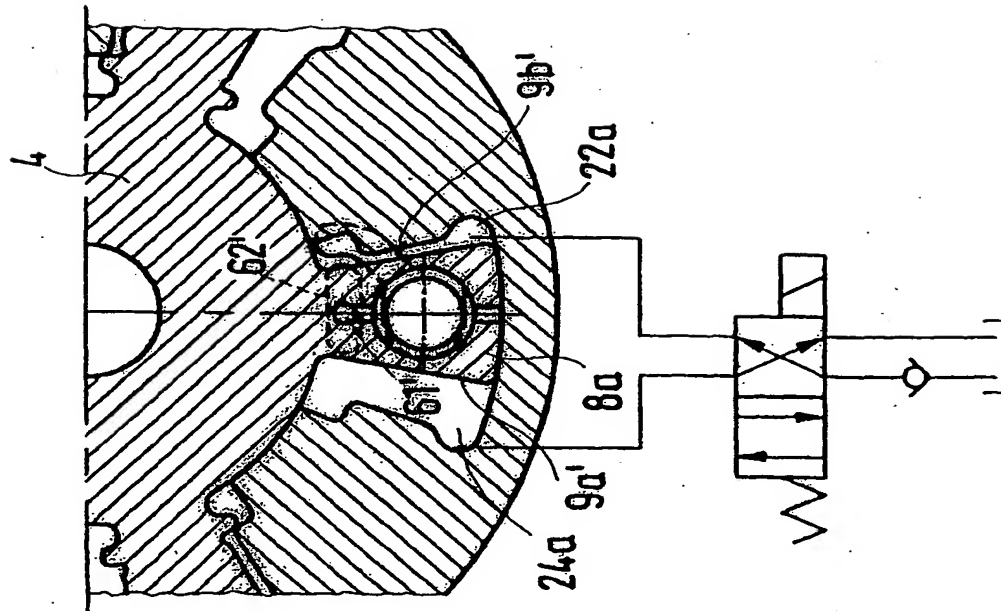
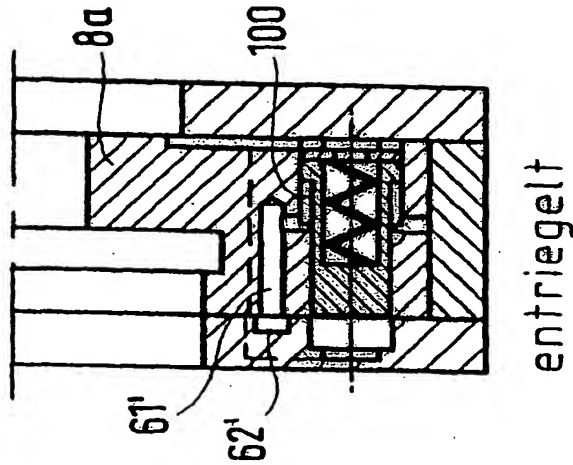


Fig. 18



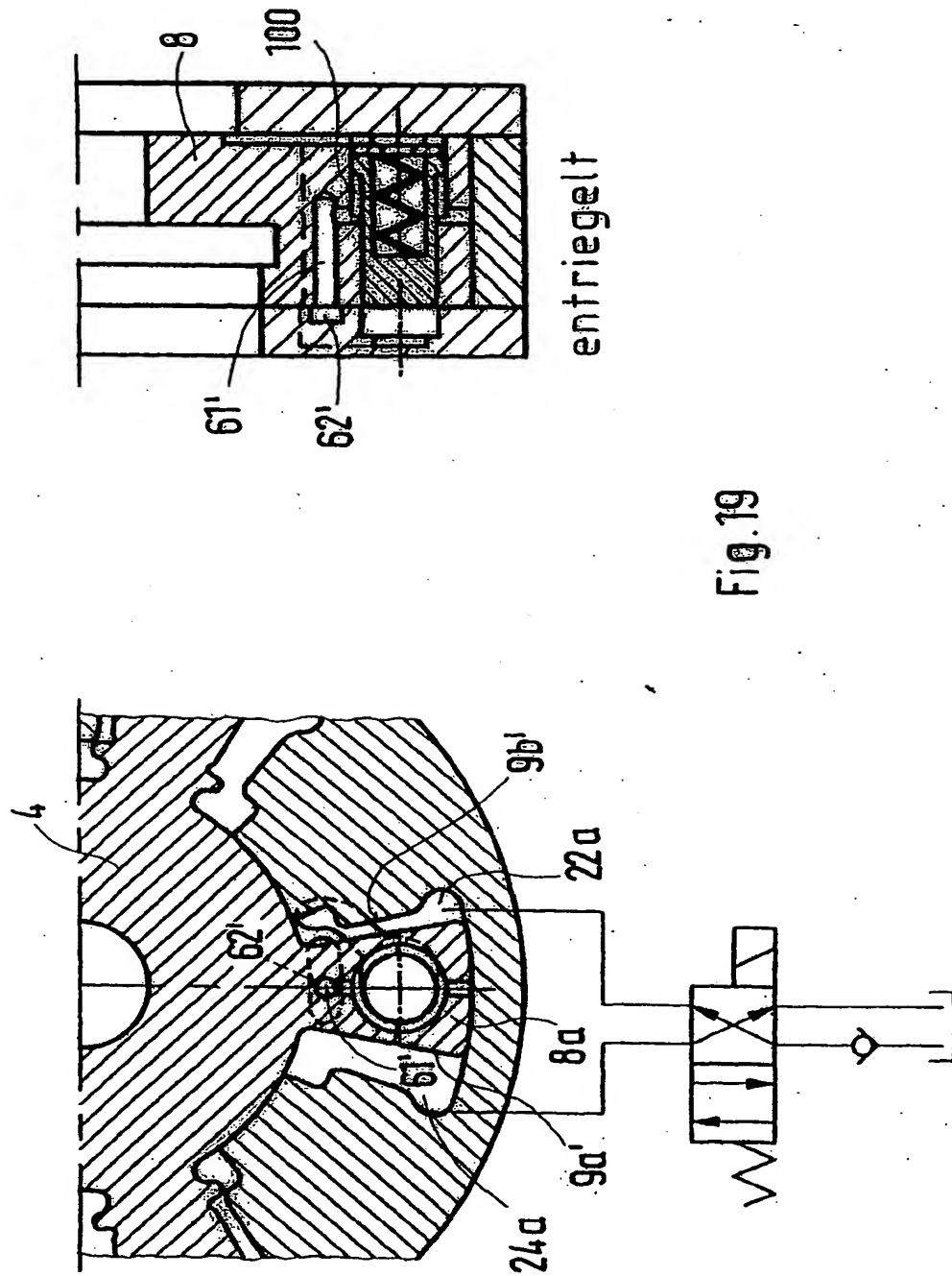
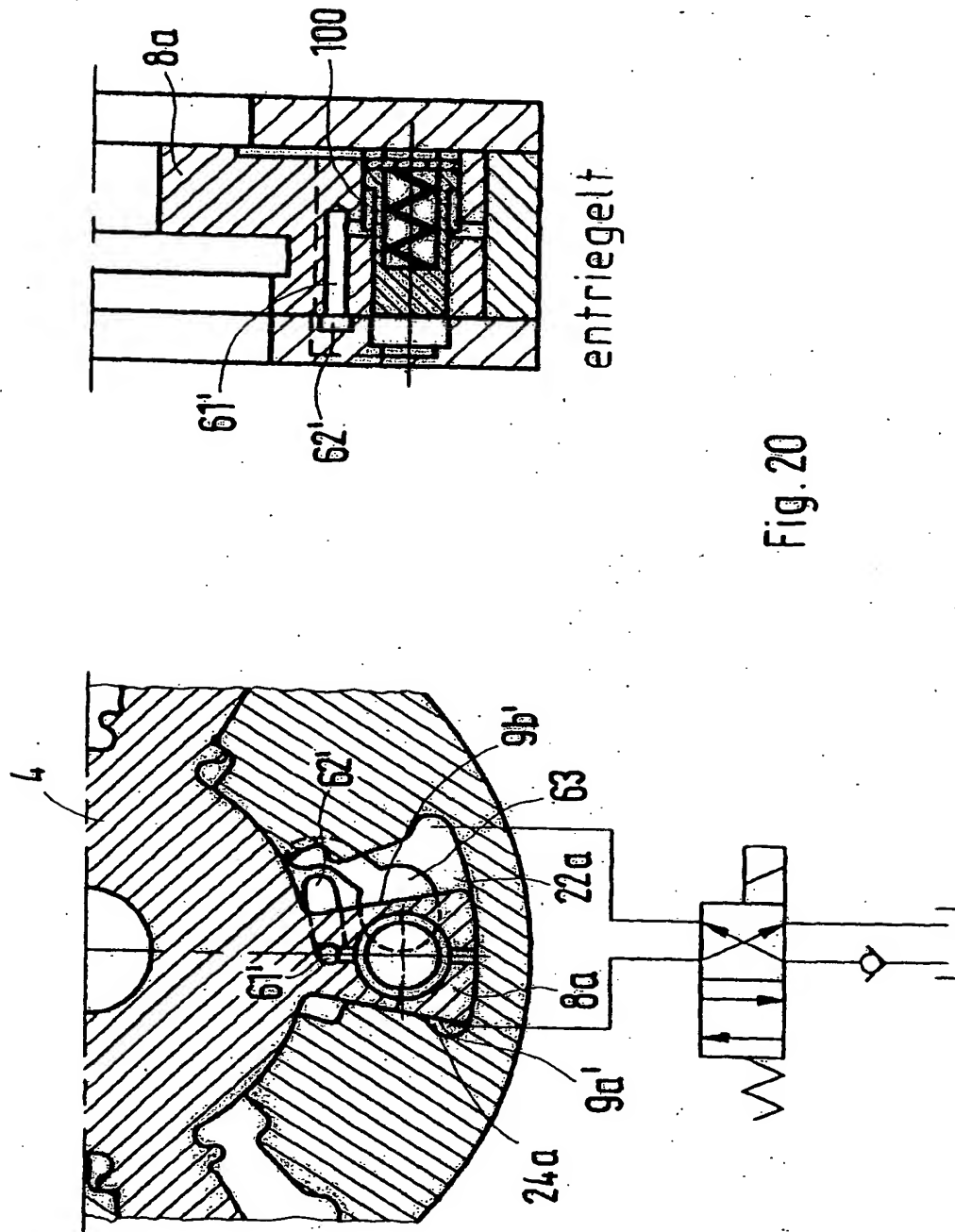


Fig. 19



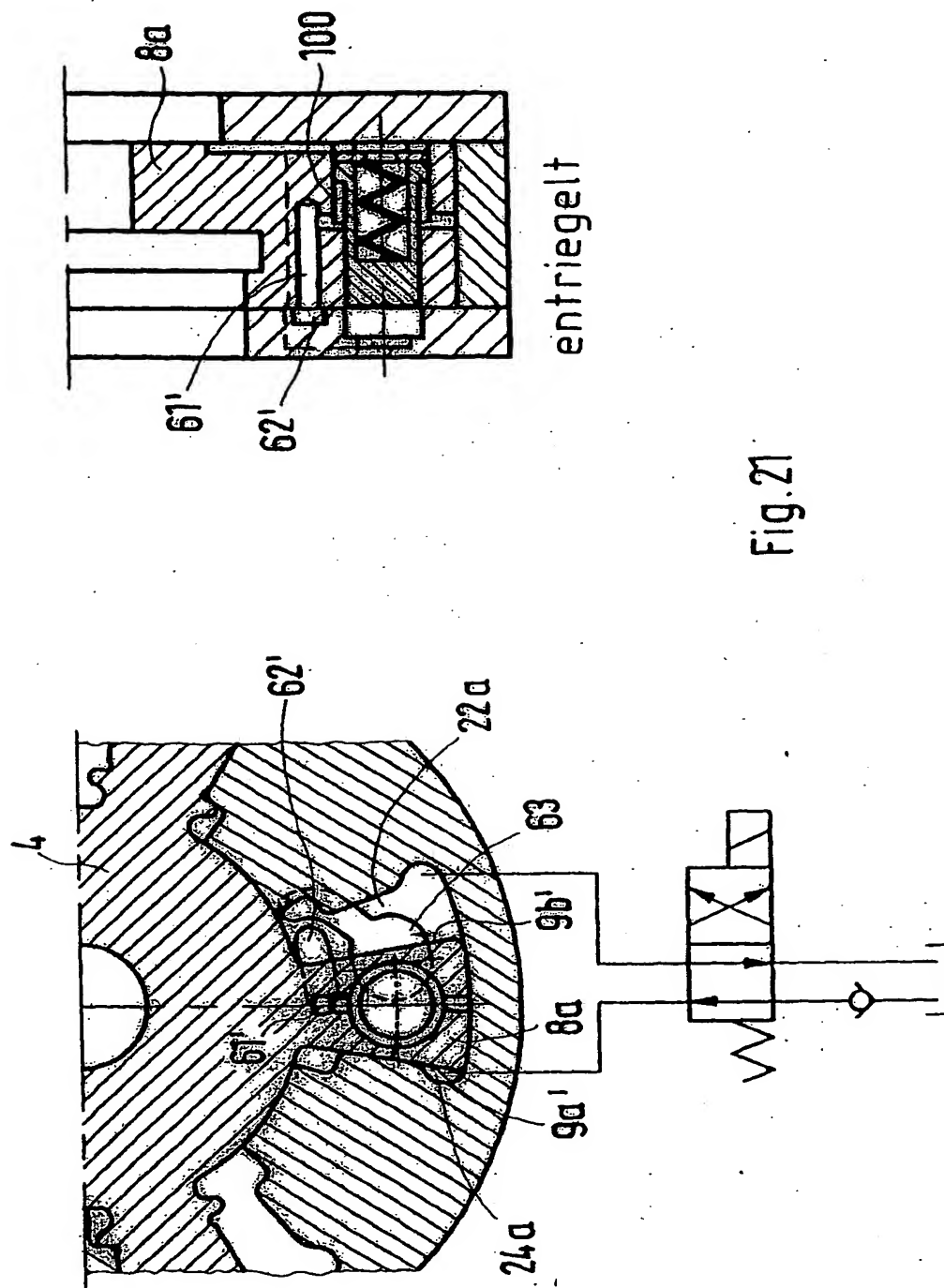
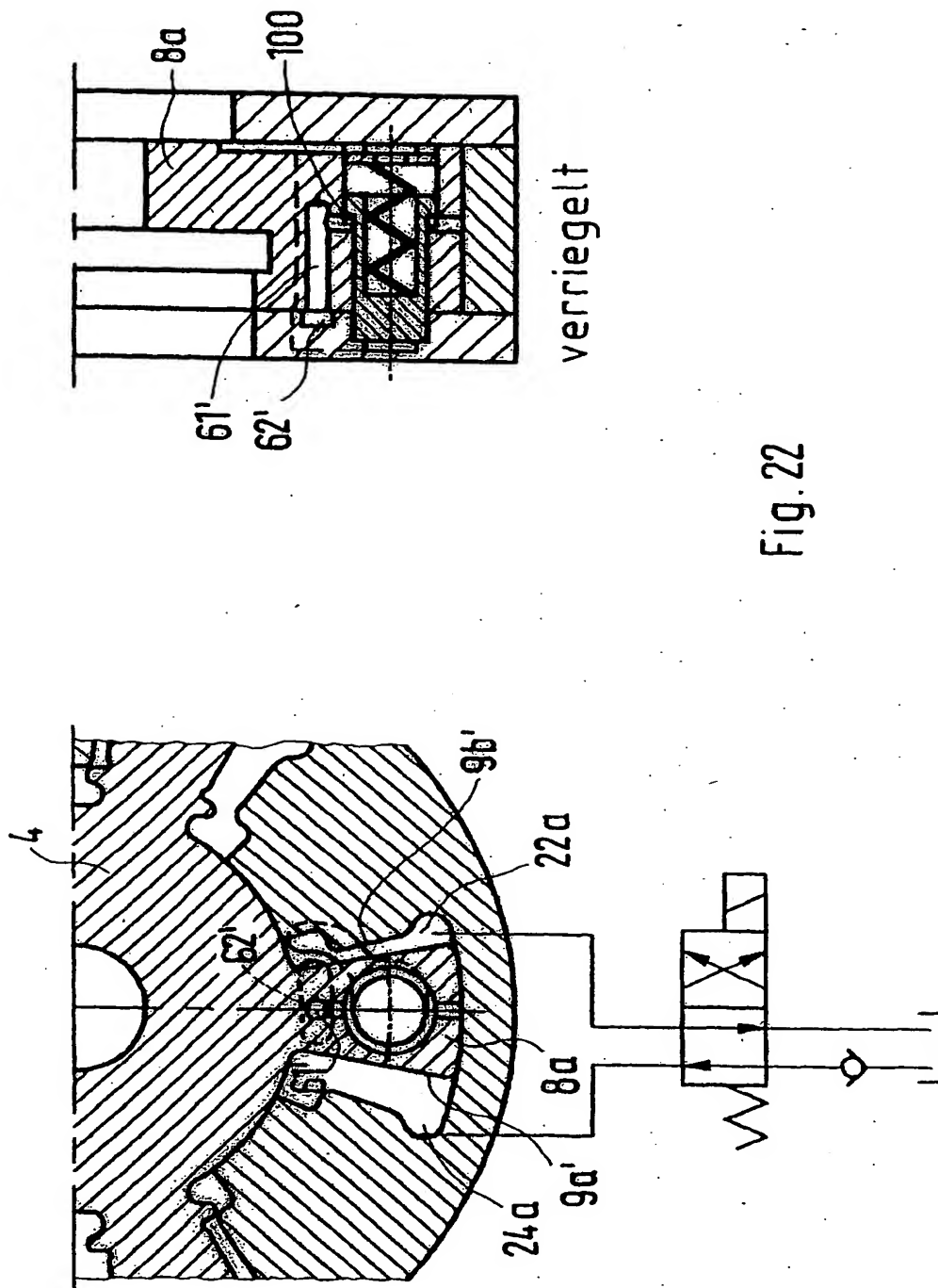
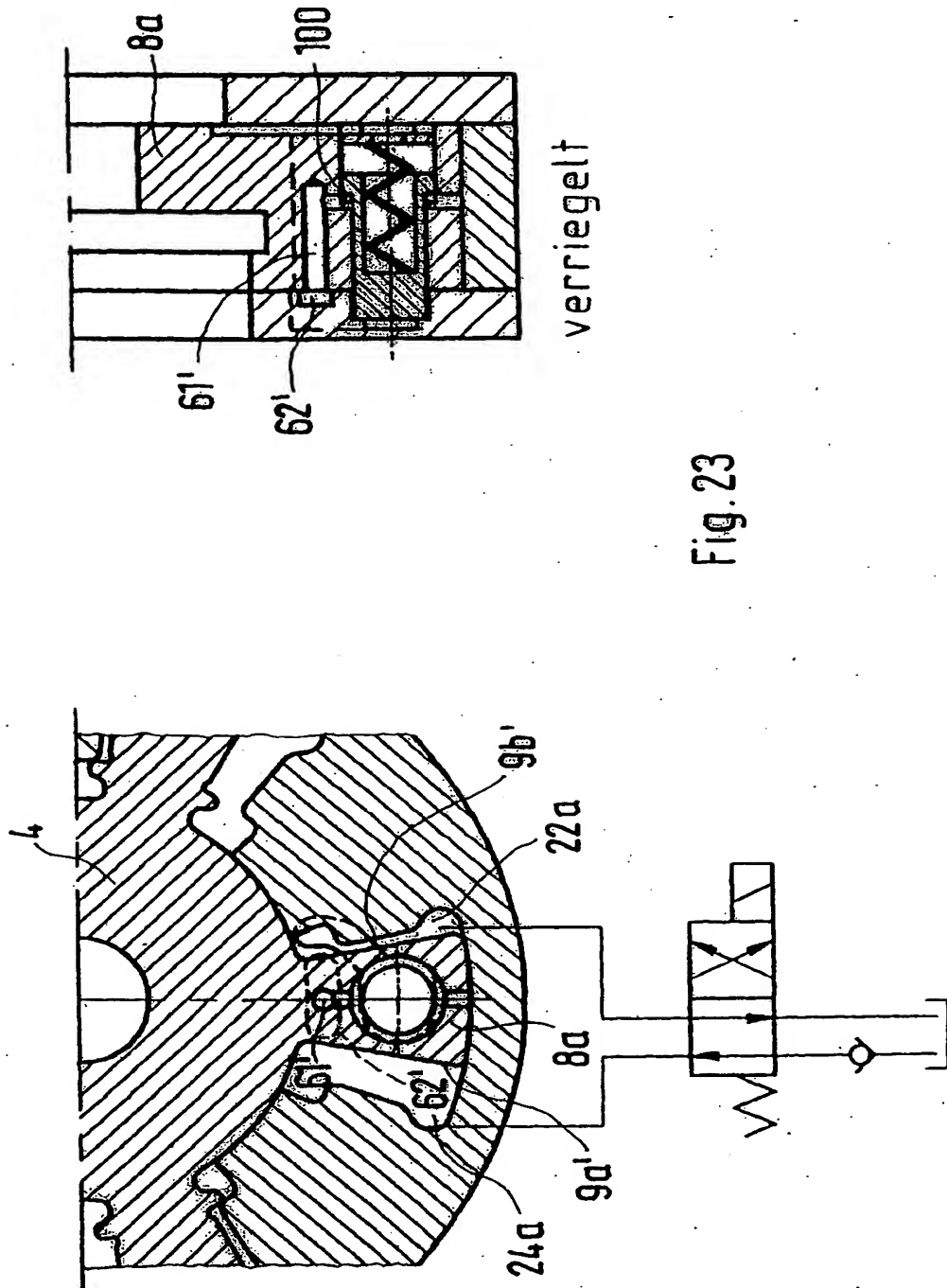
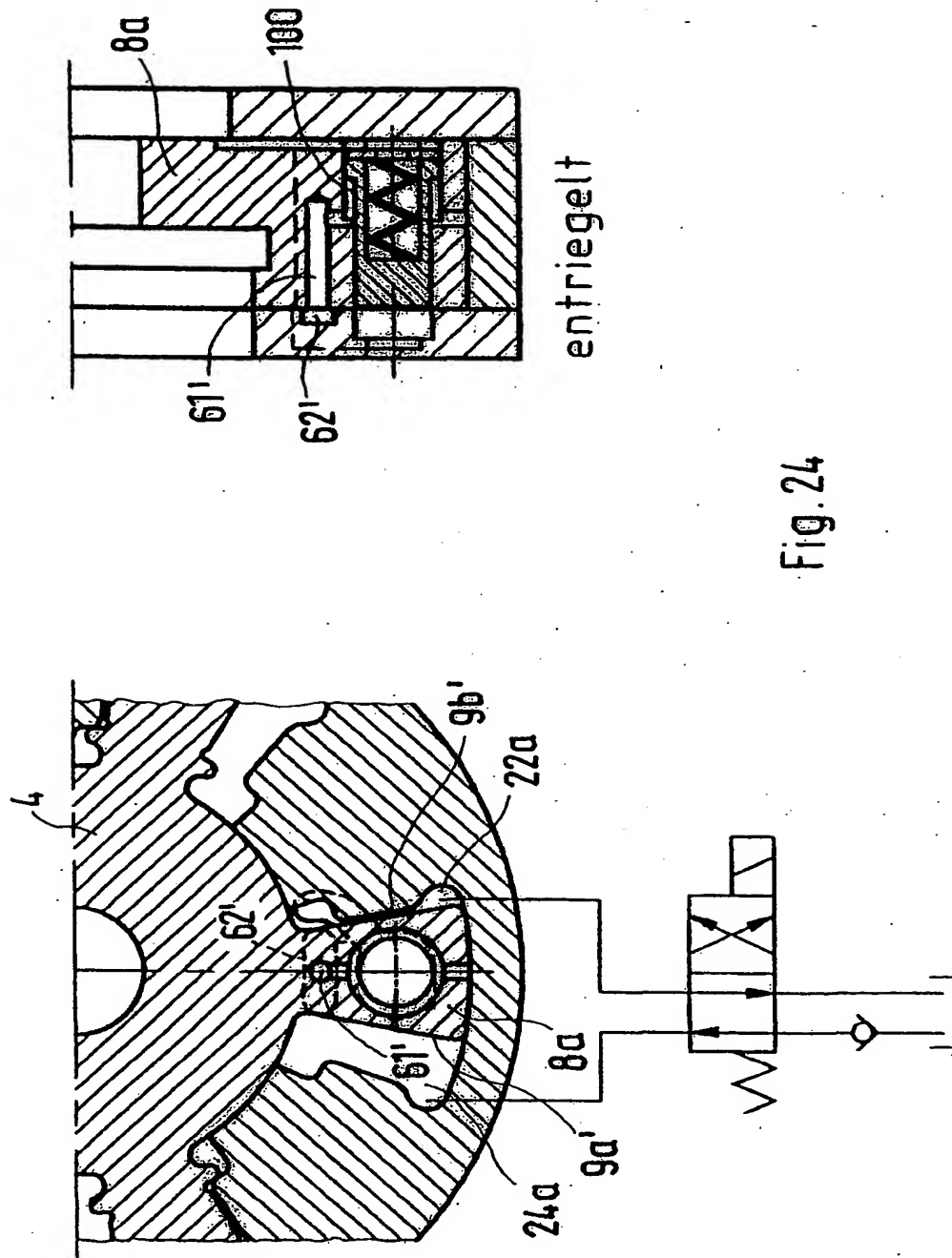


Fig. 21







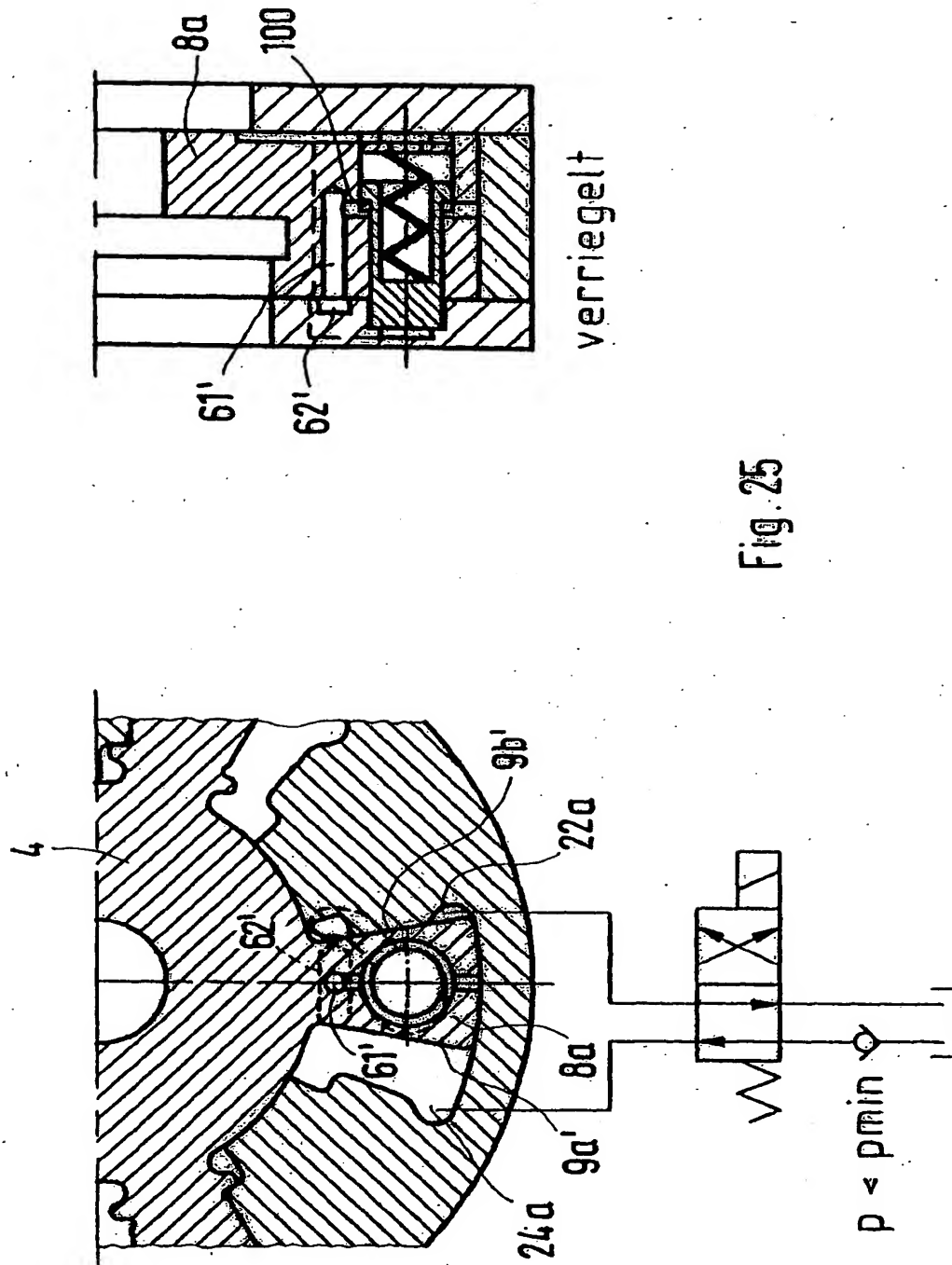


Fig. 25

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**